李昌凤◎主编

晋升汽修高手的28堂必修课

每天一堂必修课
一个月晋升汽修高手

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

晋升汽修高手的28堂必修课

李昌凤　主编



机 械 工 业 出 版 社

本书内容包括发动机技术、变速器技术、底盘技术、安全辅助系统、电控舒适系统、车身智能控制系统和汽车数字诊断七大部分，是一本全面掌握汽车电气新技术原理与实际维修操作技能的书籍。全书按照堂课的形式讲授知识点，让读者对汽车新技术的诊断和维修有一个全面具体的了解。本书侧重于诊断仪器的使用和数据分析方法，突出“新技术”“实际应用能力”，并具有“一点即通”的特点。

本书知识点新、易学实用，是一本不可多得的全面讲解汽车新技术诊断维修的书籍。本书设置了学习提示、知识链接、一点通模块，以增强书中的趣味性，达到使维修技术人员晋升为汽修高手的目的。本书适合广大汽车维修技师、汽车维修爱好者自学，并可作为汽车维修知识培训的指导用书。

图书在版编目（CIP）数据

晋升汽修高手的28堂必修课/李昌凤主编. —北京：机械工业出版社，2014.7

ISBN 978-7-111-47136-3

Ⅰ.①晋…　Ⅱ.①李…　Ⅲ.①汽车－车辆修理　Ⅳ.①U472.4

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第134939号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：杜凡如　责任编辑：杜凡如
版式设计：霍永明　责任校对：刘秀芝
封面设计：马精明　责任印制：杨　曦
北京市四季青双青印刷厂印刷
2014年8月第1版第1次印刷
184mm×260mm·17印张·404千字
0 001—3 000册
标准书号：ISBN 978-7-111-47136-3
定价：45.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社服务中心：（010）88361066	教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：（010）68326294	机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：（010）88379649	机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：（010）88379203	**封面无防伪标均为盗版**

前　言

汽车电子技术的飞速发展给汽车维修业带来了新的变革，使得汽车诊断思路、检测方式和维修方法也发生了新的变化，为了让广大汽车技师人员更好地掌握汽车维修技能，我们以课的形式编写了本书。

本书主要内容包括发动机技术、变速器技术、底盘技术、安全辅助系统、电控舒适系统、车身智能控制系统和汽车数字诊断七大部分，是一本全面掌握汽车电气新技术原理与实际维修操作技能的书籍。全书按照课的形式讲授知识点，让读者对汽车新技术的诊断和维修有一个全面具体的了解。本书侧重于诊断仪器的使用和数据分析方法，突出“新技术”“实际应用能力”，并具有“一点即通”的特点。

本书知识点新、易学实用，是一本不可多得的全面讲解汽车新技术诊断维修的书籍。本书设置了学习提示、知识链接、一点通模块，以增强书中的趣味性，达到使维修技术人员晋升为汽修高手的目的。本书适合广大汽车维修技师、汽车维修爱好者自学，并可作为汽车维修知识培训的指导用书。

本书由李昌凤主编，参加编写的人员还有李富强、李素红、朱其福。在本书编写过程中，得到了许多汽车维修企业以及广大技师朋友的大力支持和协助，并参阅了大量的相关资料，在此表示诚挚的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正，以便再版时补充完善。

编　者

目　　录

前言

第一部分　发动机技术 …… 1
第 1 堂课　发动机进气控制系统技术 …… 1
项目一　可变气门正时技术 …… 1
一、丰田 VVT－ i 技术检修 …… 1
二、本田 i－VTEC 技术检修 …… 4
三、日产 VVEL 技术检修 …… 8
四、宝马 Valvetronic 技术检修 …… 10
项目二　可变进气歧管技术 …… 13
一、奥迪可变进气歧管技术检修 …… 13
二、三菱可变进气歧管技术检修 …… 15
第 2 堂课　发动机环保控制技术 …… 18
项目一　日产曲轴箱强制通风系统技术 …… 18
一、曲轴箱强制通风系统结构与原理 …… 18
二、曲轴箱强制通风系统的检修 …… 19
项目二　本田废气再循环控制系统技术 …… 20
一、废气再循环控制系统结构与原理 …… 20
二、废气再循环控制系统的检修 …… 21
项目三　本田空燃比控制系统技术 …… 22
一、空燃比控制系统结构与原理 …… 22
二、空燃比控制系统的检修 …… 23
第 3 堂课　涡轮增压技术 …… 26
项目一　奥迪涡轮增压技术 …… 26
一、涡轮增压器的结构与工作原理 …… 26
二、涡轮增压控制系统的检修 …… 27
项目二　宝马双涡轮增压技术 …… 29
一、涡轮增压器的结构与工作原理 …… 29
二、涡轮增压控制系统的检修 …… 30
第 4 堂课　燃油缸内直喷技术 …… 34
项目一　大众燃油缸内直喷技术 …… 34
一、燃油缸内直喷的结构与工作原理 …… 34
二、燃油缸内直喷技术控制系统的检修 …… 35

项目二　福特燃油缸内直喷技术 …… 37
一、燃油缸内直喷的结构与工作原理 …… 37
二、燃油缸内直喷技术控制系统的检修 …… 40
第 5 堂课　发动机断缸技术 …… 41
项目一　新雅阁 VCM 系统 …… 41
一、VCM 系统结构与原理 …… 41
二、VCM 系统的检修 …… 42
项目二　大众 ACT 系统 …… 43
一、ACT 系统结构与原理 …… 44
二、ACT 系统的故障诊断 …… 45
第 6 堂课　混合动力汽车 …… 47
项目一　丰田混合动力汽车检修 …… 47
一、丰田混合动力汽车结构与原理 …… 47
二、丰田混合动力汽车结构形式 …… 48
三、丰田混合动力辅助系统主要部件 …… 50
四、丰田混合动力辅助系统故障诊断 …… 51
项目二　本田 IMA 混合动力系统 …… 52
一、IMA 混合动力系统的基本构成 …… 52
二、IMA 系统的工作过程 …… 55
三、IMA 系统的检修 …… 55
第 7 堂课　电动汽车技术 …… 58
项目一　电动汽车驱动系统结构与原理 …… 58
一、直流电机驱动系统结构与原理 …… 59
二、三相异步电机驱动系统结构与原理 …… 60
三、三相交流永磁同步电机驱动系统结构与原理 …… 60
项目二　典型的电动汽车驱动系统 …… 61
一、三菱 i – MiEV 电动汽车驱动系统 …… 62
二、荣威 E50 电动汽车驱动系统 …… 63
三、电动汽车驱动系统故障检修 …… 64
第二部分　变速器技术 …… 66
第 8 堂课　自动变速器 …… 66
项目一　自动变速器组成 …… 66
一、内部结构 …… 66
二、控制系统 …… 68
项目二　自动变速器的检修 …… 73
一、控制系统的诊断 …… 73
二、故障的检修方法 …… 75

第9堂课　无级变速器……77
项目一　无级变速器结构与工作原理……77
一、无级变速器结构……78
二、无级变速器的工作原理……79
项目二　无级变速器的检修……80
一、无级变速器诊断系统……81
二、无级变速器主要部件检修……82
第10堂课　汽车双离合器变速器技术……90
项目一　双离合器变速器结构与工作原理……90
一、双离合器变速器结构……91
二、双离合器变速器的工作原理……91
项目二　双离合器变速器检修……95
一、双离合器变速器诊断系统……96
二、双离合器变速器电子控制单元J743的基本设定……96
第三部分　底盘技术……102
第11堂课　电子制动系统……102
项目一　奥迪车辆电子稳定系统……102
一、车辆电子稳定系统的组成与工作原理……103
二、车辆电子稳定系统的自诊断功能……105
项目二　宝马防侧倾稳定控制系统……108
一、防侧倾稳定控制系统组成……108
二、防侧倾稳定控制系统工作原理……110
三、防侧倾稳定控制系统检修……110
第12堂课　电子驻车制动系统……112
项目一　智能驻车制动系统……112
一、智能驻车系统的组成与原理……113
二、智能驻车制动系统的配置及检修……114
项目二　主动泊车系统……116
一、功能描述及操作……116
二、系统部件……118
三、系统诊断……119
第13堂课　转向系统技术……120
项目一　电控液压转向系统……120
一、系统组成与原理……120
二、系统检修……121
项目二　全电动助力转向系统……122
一、系统组成与原理……123
二、系统诊断……125

第 14 堂课　悬架技术 …… 126
项目一　雷克萨斯 GS350 自适应可变悬架系统 …… 126
一、结构与元件的工作原理 …… 126
二、故障诊断 …… 128
项目二　奥迪 A8L 空气悬架系统 …… 129
一、结构与元件的工作原理 …… 130
二、故障诊断 …… 131
第四部分　安全辅助系统 …… 137
第 15 堂课　汽车安全新技术 …… 137
项目一　智能安全气囊系统技术 …… 137
一、系统组成与原理 …… 137
二、系统诊断 …… 141
项目二　行人碰撞保护技术 …… 142
一、发动机盖弹升技术 …… 142
二、行人安全气囊系统技术 …… 144
第 16 堂课　驾驶人辅助系统 …… 146
项目一　本田防碰撞系统 …… 146
一、系统结构与原理 …… 146
二、系统检修 …… 148
项目二　奥迪轿车的换道辅助系统 …… 148
一、系统结构与原理 …… 149
二、系统检修 …… 151
第五部分　电控舒适系统 …… 153
第 17 堂课　自动空调控制系统 …… 153
项目一　电控空调控制系统 …… 153
一、电子空调控制系统 …… 154
二、全自动空调控制系统 …… 155
项目二　电控空调控制系统故障诊断与检修 …… 157
一、空调控制系统诊断 …… 158
二、空调控制系统检修 …… 158
第 18 堂课　自动导航系统和车载娱乐系统 …… 164
项目一　自动导航系统 …… 164
一、导航系统结构与原理 …… 164
二、导航系统检修 …… 165
项目二　车载娱乐系统 …… 168
一、音响系统检修 …… 169
二、后座视影像系统检修 …… 171
第 19 堂课　巡航控制系统 …… 173
项目一　三菱劲炫巡航控制系统检修 …… 173

一、巡航系统部件 …… 174
二、巡航系统原理 …… 174
三、设定巡航车速 …… 175
四、常见故障与诊断 …… 175
项目二　本田CR－V巡航控制系统检修 …… 177
一、巡航系统部件 …… 178
二、巡航系统原理 …… 178
三、设定巡航车速 …… 179
四、常见故障与诊断 …… 180
第六部分　车身智能控制系统 …… 182
第20堂课　智能灯光控制系统检修 …… 182
项目一　本田自适应前照灯控制系统 …… 182
一、部件 …… 183
二、工作过程 …… 183
三、故障检修 …… 184
项目二　宝马E65 自适应转向灯 …… 185
一、部件 …… 186
二、工作过程 …… 187
三、自适应转向灯的设码／编程 …… 187
第21堂课　智能车窗与天窗控制系统 …… 189
项目一　智能车窗控制系统 …… 189
一、智能车窗控制系统组成 …… 189
二、智能车窗控制系统原理 …… 191
三、智能车窗控制系统的检修 …… 191
项目二　智能天窗控制系统 …… 192
一、智能电动天窗结构 …… 193
二、智能电动天窗检修 …… 193
三、智能电动天窗匹配 …… 195
第22堂课　智能刮水器与洗涤控制系统 …… 196
项目一　自动刮水器控制系统 …… 196
一、自动刮水器控制系统结构与原理 …… 196
二、自动刮水器控制系统的诊断功能 …… 198
项目二　洗涤控制系统 …… 199
一、洗涤控制系统结构与原理 …… 200
二、洗涤控制系统检修 …… 201
第23堂课　安全防盗报警系统 …… 203
项目一　车身遥控操作系统 …… 203
一、车身遥控操作系统组成与工作过程 …… 204
二、故障诊断 …… 205

项目二　发动机防盗系统 …… 208
一、发动机防盗系统组成与工作过程 …… 208
二、故障检修 …… 209
第 24 堂课　轮胎胎压监控系统技术 …… 210
项目一　奥迪轮胎胎压监控系统 …… 210
一、轮胎胎压监控系统的组成 …… 210
二、轮胎胎压监控系统的工作原理 …… 211
三、轮胎胎压监控系统故障检修 …… 212
项目二　新款宝马轮胎胎压监控系统 …… 213
一、轮胎胎压监控系统组成与原理 …… 214
二、轮胎胎压监控系统功能故障 …… 214
第 25 堂课　综合信息显示系统 …… 217
项目一　信息显示系统 …… 217
一、信息显示系统组成 …… 217
二、信息显示系统的原理 …… 218
三、信息显示系统的检修 …… 218
项目二　车载平视显示器系统 …… 222
一、HUD 组成与工作原理 …… 222
二、HUD 的诊断 …… 225
第 26 堂课　电能管理系统 …… 228
项目一　奥迪 A6 电能管理系统 …… 228
一、系统组成与原理 …… 228
二、系统诊断 …… 231
项目二　宝马 E65 电能管理系统 …… 234
一、系统组成与原理 …… 235
二、系统诊断 …… 236
第七部分　汽车数字诊断 …… 238
第 27 堂课　汽车数字诊断方法与运用 …… 238
项目一　故障码分析与运用 …… 238
一、故障自诊断原理 …… 238
二、故障码的存储及读取 …… 239
三、故障码的清除方法 …… 240
四、故障码运用 …… 240
项目二　数字诊断分析与运用 …… 241
一、诊断仪测量 …… 242
二、电路在线测量 …… 244
三、元件模拟测量 …… 244
四、数据分析运用 …… 245
第 28 堂课　应用汽车电脑检测数据信号 …… 248

项目一　传感器数据信号 …… 248
一、温度传感器数据信号 …… 248
二、进气歧管压力传感器数据信号 …… 250
三、空气流量传感器数据信号 …… 250
四、气体浓度传感器数据信号 …… 251
项目二　电脑数据信号 …… 252
一、电脑结构与原理 …… 253
二、发动机电脑数据信号 …… 254
三、车身电脑数据信号 …… 257
参考文献 …… 259

第一部分　发动机技术

第 1 堂课　发动机进气控制系统技术



学习目标

1. 通过学习丰田、本田、日产和宝马典型车型的发动机进气控制系统技术，掌握可变气门正时技术的结构与原理及检修知识要点。

2. 通过学习奥迪、三菱典型车型的发动机进气控制系统技术，掌握可变进气歧管系统的结构与原理及检修知识要点。

项目一　可变气门正时技术



知识链接

发动机可变气门正时技术是近些年来逐渐应用于现代轿车上的新技术，主要应用在丰田、本田、日产以及宝马等中高级轿车上。它的主要作用是提高发动机进气量，使充量系数增加，具体表现在以下五大方面：

1）改善发动机怠速稳定性和怠速平稳性。

2）提高发动机功率和转矩。

3）扩大发动机转速范围。

4）降低部分负荷燃油消耗率。

5）改善废气排放。

一、丰田 VVT－i 技术检修

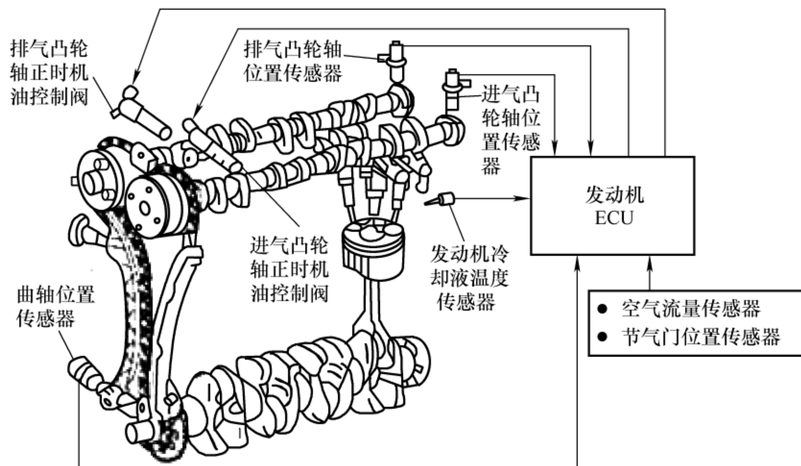
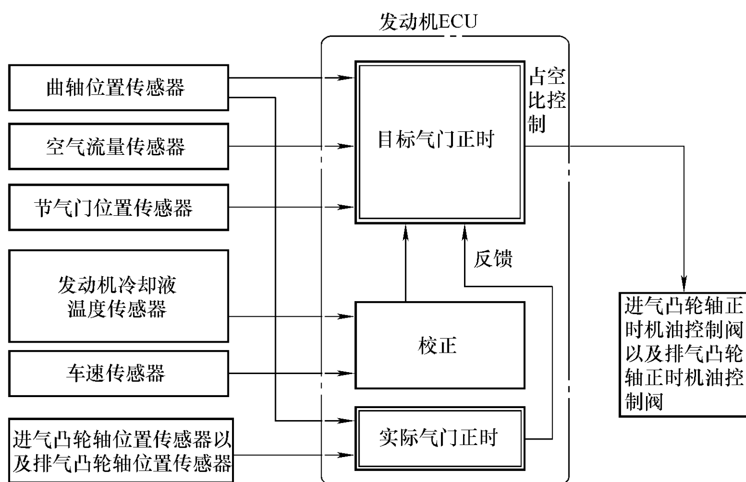
重点掌握

- VVT－i 的组成与原理
- VVT－i 的检修

学习提示：

丰田 VVT－i（Variable Valve Timing－intelligent）的含义是智能正时可变气门控制系统，主要通过调整凸轮轴转角配气正时，提高燃油经济性。

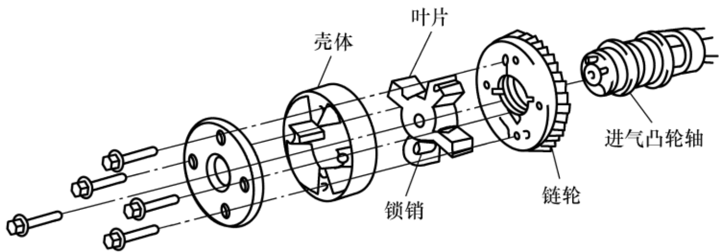
1. VVT－i 组成与原理

VVT－i 组成	丰田 VVT－i 系统主要由曲轴位置传感器、空气流量传感器、节气门位置传感器、进气凸轮轴位置传感器、排气凸轮轴位置传感器、发动机冷却液温度传感器、进气凸轮轴正时机油控制阀、排气凸轮轴正时机油控制阀、发动机电脑（ECU）、进排气 VVT－i 控制器、车速传感器等组成。 
VVT－i 原理	发动机 ECU 根据相关传感器传送来的信号检测实际进排气门正时并执行反馈控制，然后发送目标占空比控制信号至进气凸轮轴正时机油控制阀、排气凸轮轴正时机油控制阀，由该阀向 VVT－i 控制器提供机油压力调节进（或排）气凸轮轴角度，实现可变气门的控制。  **知识链接：** VVT－i 控制的特点如下： 1）发动机起动时，进排气门处于最大延迟状态以提高起动性能。 2）怠速时，消除进排气门重叠以减小进气侧回火，稳定怠速转速，提高燃油经济性。 3）低温、低速、低负荷时，消除进排气门重叠以减小进气侧回火，确保发动机稳定性。 4）中负荷时，增加进排气门重叠来提高内部 EGR 量，以减小泵气损失，提高燃油经济性，改善排放控制性能。 5）高负荷时，在低速到中速范围内，减小进气门迟闭角以提高充气效率，提高低速到中速范围内的转矩。 6）高负荷时，在高速范围内，增大进气门迟闭角以提高充气效率，提高输出功率。

2. 主要部件结构

（1）VVT－i控制器

VVT－i控制器由壳体、链轮、叶片和锁销等组成。



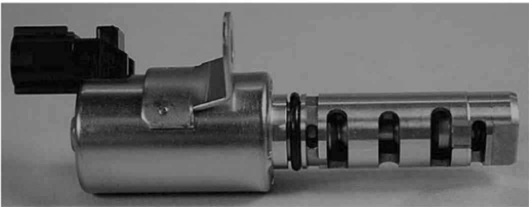
知识链接：

1）VV T － i 控制器壳体内加工有 4 个叶片槽，叶片固定在凸轮轴上嵌装在叶片槽内，叶片的宽度小于壳体内圆上的叶片槽宽度，与壳体装配后叶片可在壳体的叶片槽内来回转动。每个叶片将壳体上的每个槽隔成两个工作腔，即提前工作腔和延迟工作腔。

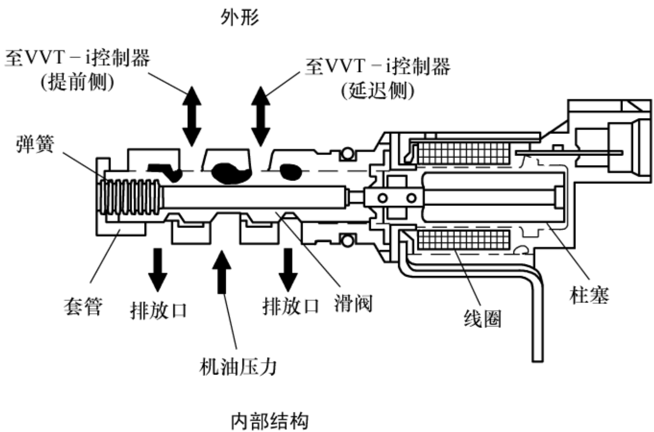
2）链轮与壳体接合端内侧加工有与工作腔对应的油槽，一端与相应的工作腔连通，另一端通过凸轮轴上的 2 条油道与凸轮轴正时机油控制阀连通。链轮与壳体通过螺栓连接为一个整体，由曲轴正时链轮通过正时链条驱动。

（2）凸轮轴正时机油控制阀

凸轮轴正时机油控制阀的作用是根据发动机 ECU 的占空比控制指令控制滑阀位置，从而控制通往 VVT－i控制器提前工作腔或延迟工作腔的油流方向和流量。控制阀由柱塞、线圈、滑阀、弹簧及套管等组成。



外形



内部结构

知识链接：发动机熄火后，滑阀在弹簧力的作用下处于最右端（最延迟状态），则延迟侧出油口与压力油相通，提前侧出油口与左排放口相通；发动机工作时，滑阀往前移动，则延迟侧出油口与右排放口相通，提前侧出油口与压力油相通。滑阀的移动量取决于发动机 ECU 发出的占空比指令。

3. VVT－i 检修

（1）凸轮轴机油正时控制阀电路		以凯美瑞轿车进气凸轮轴机油正时控制阀电路为例，进气凸轮轴正时机油控制阀的 1 号端子为占空比信号输入端，与 ECU 的 C24 插接器 100 号端子相连；2 号端子为接地端，与 ECM 的 C24 插接器 123 号端子相连。
（2）凸轮轴机油正时控制阀测试	1）主动测试	① 将智能测试仪连接到 DLC3 上。 ② 起动发动机，并打开测试仪。 ③ 选择以下菜单项目：Power train（传动系统）/Engine and ECT（发动机和 ECT）/Active Test（主动测试）/Control the VVT System（Bank 1）[控制 VVT 系统（1 列）]。 ④ 当使用智能测试仪运行凸轮轴正时机油控制阀（OCV）时，检查发动机转速。当测试仪显示“OCV OFF”时，发动机转速正常；当测试仪显示“OCV ON”时，发动机怠速不稳或失速。
	2）电阻测试	① 断开 C32 OCV 插接器。 ② 使用万用表测量 OCV 端子间的电阻，应为 6.9～7.9Ω，如果与规定不符应将其更换。 ③ 重新连接 OCV 插接器。

一点通：

当 VVT－i 系统有故障时，发动机主要表现为加速无力、加速困难等现象，应排除发动机气门正时、凸轮轴正时机油控制阀、凸轮轴正时机油控制阀滤清器、VVT－i 控制器、发动机 ECU 及控制线路的故障。

二、本田 i－VTEC 技术检修

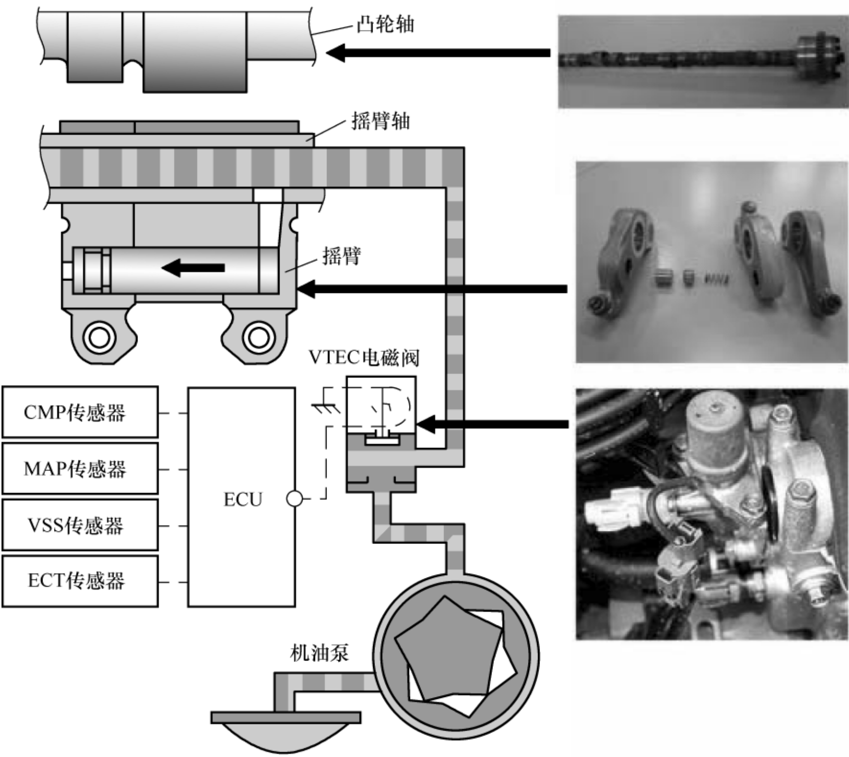
重点掌握

- i－VTEC 系统的组成与原理
- i－VTEC 系统的检修

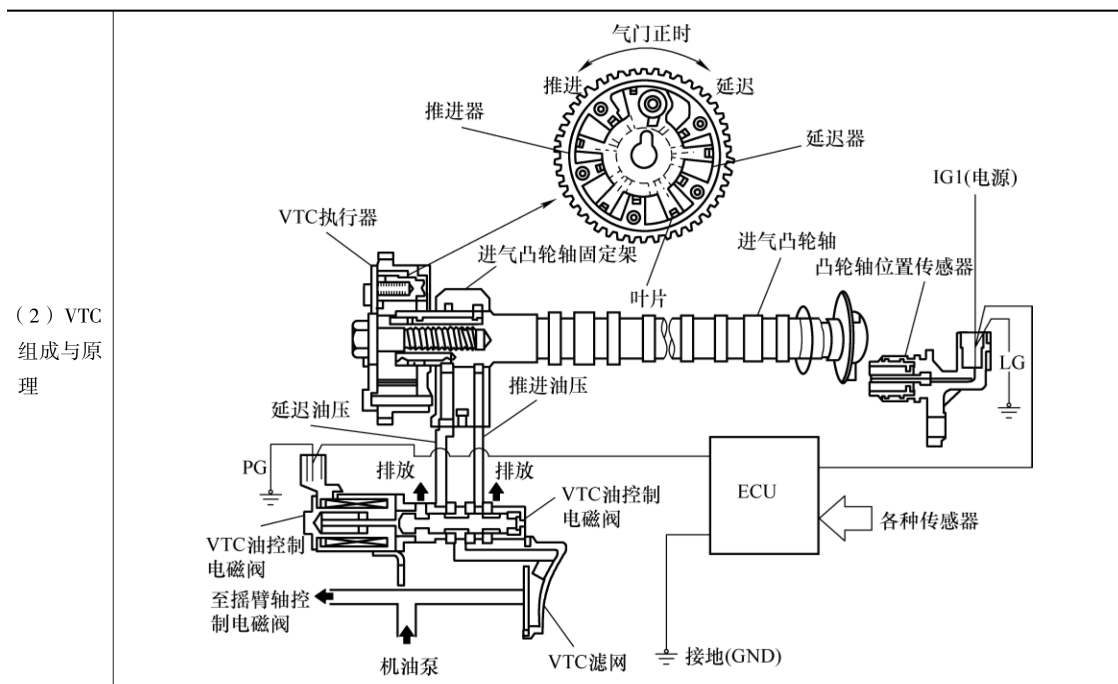
学习提示：

i－VTEC 系统是本田公司的智能可变气门正时系统的英文缩写，它可连续调节气门正时，且能调节气门升程。i－VTEC 系统是在 VTEC 系统的基础上，增加了一个称为 VTC（可变正时控制，Variable Timing Control）的装置，即 i－VTEC＝VTEC＋VTC。

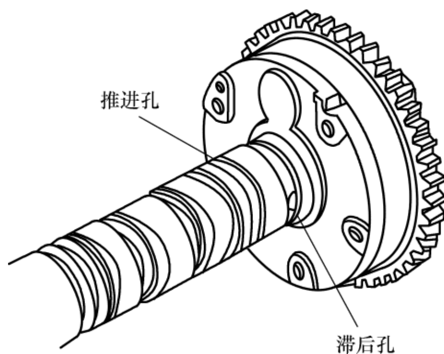
1. i - VTEC 组成与原理

	VTEC 系统主要由发动机电脑（ECU）、VTEC 电磁阀、VTEC 压力开关等组成。ECU 根据发动机转速、发动机负荷、车速传感器（VSS）、凸轮轴转角传感器（CMP）、进气歧管绝对压力传感器（MAP）、发动机冷却液温度传感器（ECT）、VTEC 压力开关等信号，经过计算处理后输出信号给 VTEC 电磁阀控制流向摇臂轴中的油压，从而使不同配气正时和气门升程凸轮工作。
（1）VTEC 组成与原理	
（2）VTC 组成与原理	VTC 系统由 VTC 执行器、VTC 油压控制阀、各种传感器以及 ECU 组成。VTC 执行器、VTC 油压控制阀可根据 ECU 的信号产生动作，使进气凸轮轴的相位连续变化。VTC 令气门重叠时间更加精确，保证进、排气门的最佳重叠时间，从而提高发动机功率。

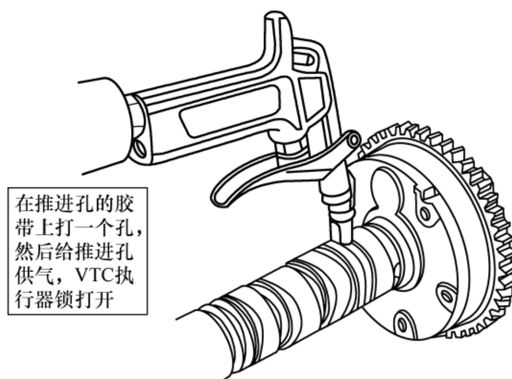
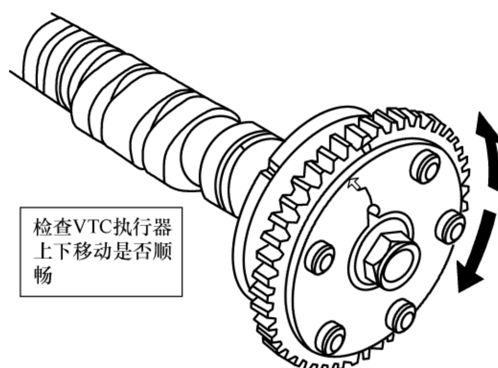
（续）

<table>
<tr><td>（2）VTC 组成与原理</td><td>
</td></tr>
</table>

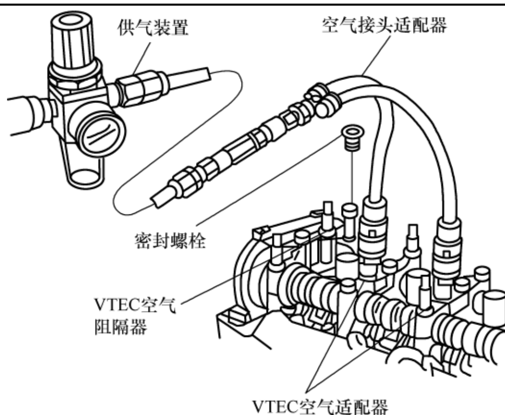
2. i－VTEC 检修

<table>
<tr><td rowspan="4">（1）VTC 油控制电磁阀检查</td><td colspan="2">将点火开关旋至锁定（0）。</td></tr>
<tr><td colspan="2">断开 VTC 油控制电磁阀 2 芯插头。</td></tr>
<tr><td>1）电阻测试</td><td>用数字万用表测量 VTC 油控制电磁阀 2 芯插头 1 号端子与 2 号端子的电阻，应为 6.75～8.25Ω。
一点通：
如果电磁阀正常，则应排除 VTC 油控制电磁阀与 ECM/PCM 的线路故障。</td></tr>
<tr><td>2）通电测试</td><td>将蓄电池正极接线柱连接至 VTC 油控制电磁阀 2 芯插头的 2 号端子，蓄电池负极接线柱连接至 VTC 油控制电磁阀 2 芯插头的 1 号端子。
一点通：
VTC 油控制电磁阀端口内气门芯应打开至少 1.2mm。如果气门芯没有打开，则应将其更换。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">（2）检查 VTC 执行器</td><td colspan="2">拆下进气门凸轮轴。</td></tr>
<tr><td colspan="2">检查 VTC 执行器是否逆时针方向旋转使之锁定。如果没有锁定，则顺时针方向旋转 VTC 执行器，直到其停止，然后重新检查。如果仍没有锁定，则更换 VTC 执行器。</td></tr>
<tr><td colspan="2">使用胶带密封 1 号凸轮轴轴颈中的推进孔和滞后孔。

</td></tr>
</table>

（续）

（2）检查 VTC 执行器	
	 **一点通：** 如果给推进孔供气，VTC 执行器移动不顺畅，则应更换 VTC 执行器。
（3）VTEC 摇臂的测试	 **学习提示：** 拆下气门室盖，在压缩上止点时，用手推动 3 个摇臂，应能独立自由动作，不应连锁。否则说明摇臂有故障，应进行检修。

（续）

（3）VTEC 摇臂的测试	 **学习提示：** 将 VTEC 空气阻隔器、VTEC 空气适配器、空气接头适配器及供气装置连接好，然后施加 300kPa 的压缩空气，此时同步活塞应能把 3 个摇臂连锁；当不注入压缩空气时，3 个摇臂又分开独立动作。如果与规定不符，则应检修 VTEC 摇臂。

三、日产 VVEL 技术检修

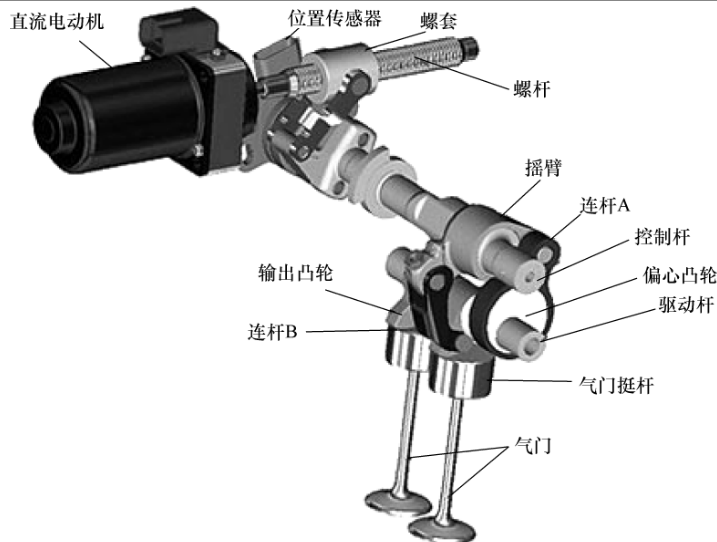
重点掌握

- VVEL 的结构
- VVEL 的原理

学习提示：

VVEL（Variable Valve Event and Lift）是日产公司开发的连续可变气门升程系统，它通过配备的控制及执行系统，对发动机凸轮的相位或者气门升程进行调节，从而达到优化发动机配气过程的目的。

1. VVEL 结构与原理

（1）VVEL 结构	VVEL 系统由直流电动机、位置传感器、螺套、螺杆、摇臂、偏心凸轮组件以及气门构成。
	 **知识链接：** VVEL 系统通过持续改变气门升程直接控制发动机进气。驱动轴以及偏心凸轮的旋转运动通过摇臂和连杆转换为摆动运动，并移动输出凸轮。

（续）

（2）VVEL 原理	发动机大负荷状态	当发动机在高转速或大负荷状态时，直流电动机带动螺杆转动，套在螺杆上的螺套基于电动机作横向移动，于是与螺套联动的机构使得控制杆逆时针旋转一定角度。由于摇臂套在控制杆的偏心凸轮上，当凸轮轴旋转时，摇臂上连杆 B 下移距离变长，气门的开启角度也就变大。 连杆B行程最大
	发动机小负荷状态	当发动机转入中、低转速或者小负荷状态时，直流电动机在发动机 ECU 的控制指令下，驱使螺套向远离电动机方向移动，于是联动机构使控制轴顺时针方向旋转，偏心轮的圆心上移，摇臂的旋转中心也就上移。当凸轮轴旋转时，摇臂上连杆 B 下移距离变短，气门的开启角度也就变小。 连杆B行程最小

2. VVEL 的检修

1）	断开 VVEL 控制轴位置传感器线束插头。
2）	拆下 VVEL 执行器电动机继电器。
3）	将点火开关转至 ON 位置，等待 5s 以上，然后转至 OFF 位置。
4）	重新连接所有断开的线束插头。

（续）

5）	安装 VVEL 执行器电动机继电器。
6）	将点火开关转至 ON 位置，等待 5s 以上。
7）	松开 VVEL 控制轴位置传感器装配螺栓。
8）	左右转动 VVEL 控制轴位置传感器，同时用万用表检测 VVEL 控制模块两个端子之间的输出电压，并调节输出电压至标准值内[（500 ±48）mV]。
9）	拧紧 VVEL 控制轴位置传感器装配螺栓。
10）	将点火开关转至 OFF 位置，等待 10s 以上，然后执行怠速空气量学习。

四、宝马 Valvetronic 技术检修

重点掌握

- Valvetronic 的组成结构
- Valvetronic 的原理

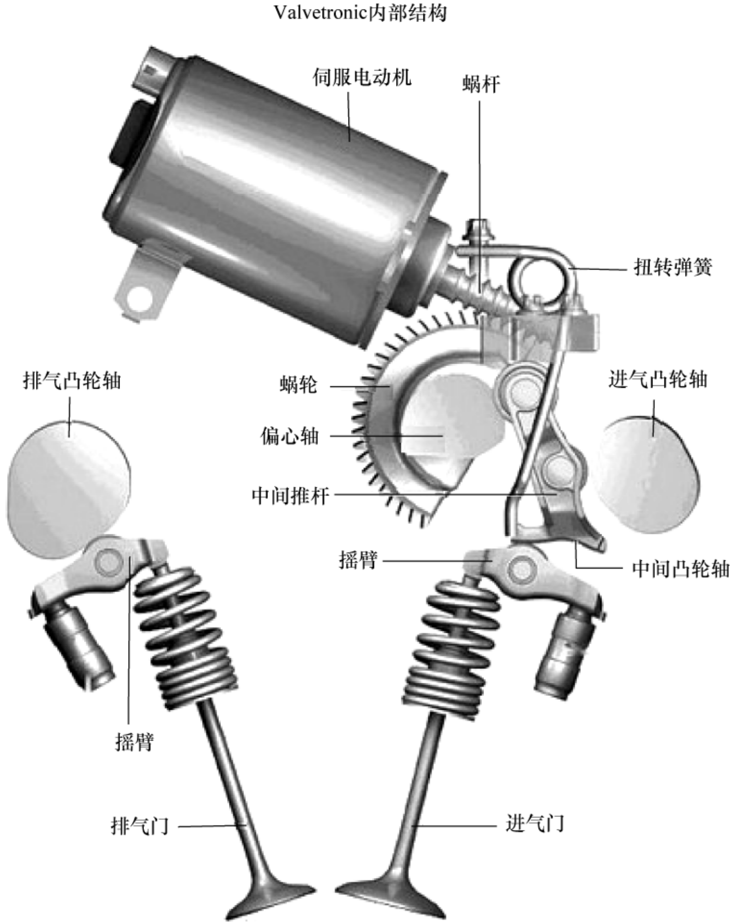
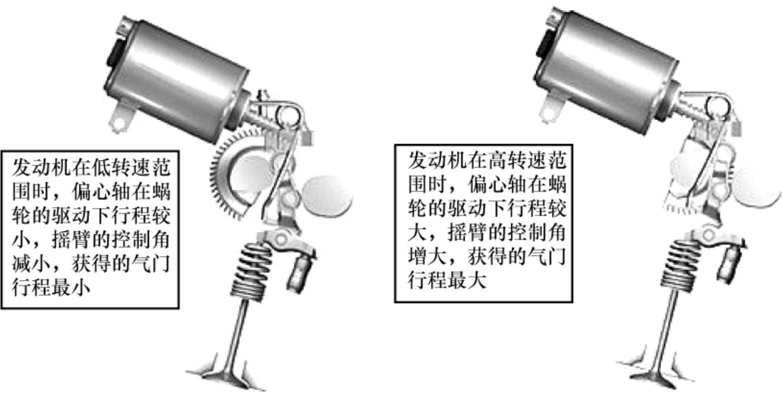
学习提示：

Valvetronic 是宝马公司开发的电子气门调节系统，主要依靠电子控制系统控制发动机气门开启的程度来控制进气量。它由全可变气门行程控制装置和可变凸轮轴控制装置（双 VANOS）构成。

1. Valvetronic 结构与原理

（1）全可变气门行程控制装置	全可变气门行程控制装置由一个伺服电动机、一个偏心轴、一个中间推杆以及回位弹簧、进气（排气）凸轮轴和摇臂等构成。

（续）

（1）全可变气门行程控制装置	Valvetronic内部结构  **知识链接：** ① 伺服电动机安装在凸轮轴上方的气缸盖内，它用于调节偏心轴，以达到气门行程调整的目的。 ② 电动机的蜗杆轴嵌入安装在偏心轴上的蜗轮内，进行调节后无需特别锁止偏心轴，因为蜗杆传动机构具有自锁能力。
	 **学习提示：** ① 在怠速位置时，气门行程达到最小值，一般为 0.18mm，开启时间最短。 ② 在满负荷位置时，气门行程达到最大值，一般为 9.9mm，开启时间最长。

（续）

（2）可变凸轮轴控制装置



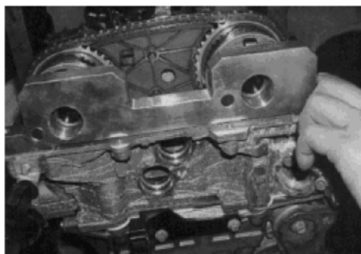
知识链接：

可变凸轮轴控制装置是一个由发动机管理系统操纵的液压和机械相结合的凸轮轴控制设备。它是一个能够调整进气凸轮轴与曲轴相对位置的调整机构。

学习提示：

由于进气和排气凸轮轴 VANOS 单元的交错角不同，因此不允许进行互换（混淆）。如果安装不正确，则可能导致发动机严重损坏。

进气和排气凸轮轴侧各有一个紧凑型无级叶片式VANOS单元。该单元作为链传动机构的集成式组件用一个中央螺栓固定在相应凸轮轴上



知识链接：

① VANOS 调节凸轮轴角度时需要大量机油，因此机油需求量取决于调节过程的情况。

② 怠速运行和气门行程较小时，双 VANOS 的调节需求最高。因此机油泵必须在转速相对较低时向 VANOS 单元输送较大流量的机油。

2. Valvetronic 的检修

1）测量 VANOS 电磁阀（两线）的电阻值，应为 28Ω，否则应更换电磁阀。

2）VANOS 电磁阀工作时，发动机转速应达到 3500r/min。当在怠速情况下人为使 VANOS 电磁阀工作，发动机怠速转速应下降甚至熄火，说明 VANOS 电磁阀正常；当起动发动机后将发动机转速稳定在 1000r/min，直接从蓄电池向电磁阀供电（使电磁阀工作），转速应发生变化。如果没有变化，说明 VANOS 电磁阀故障，应将其更换。

知识链接：

VANOS 电磁阀安装在发动机的正前上方。发动机 DME 接收发动机的工况信号（如转速、冷却液温度等），然后发出控制指令使 VANOS 电磁阀工作来控制压力机油的走向。在怠速和低负荷状态时，VANOS 电磁阀不通电，发动机机油进入双位活塞背面，使螺旋齿轮盖向前并维持在原始正时位置（延迟状态）；在高转速或高负荷时（转速大于 3500r/min），DME 向 VANOS 电磁阀供电，电磁阀使机油走向改变，使油压到达双位活塞前方，将螺旋齿轮盖推入，使凸轮轴旋转而提前 12.5°，从而使进排气门重叠角增大，以增加发动机转矩。

本项目小结

- 丰田 VVT－i 主要由相关传感器传送来的信号并由 ECU 计算后，通过 VVT－i 控制器调节进（或排）气凸轮轴角度。
- 本田 i－VTEC 由 VTEC＋VTC 两大系统构成，由 ECU 进行控制，是本田开发的可变智能控制系统。
- 日产 VVEL 是连续可变气门升程系统，它对发动机凸轮的相位或者气门升程直接进行调节。
- 宝马 Valvetronic 也是一种连续可变气门升程系统，它依靠电子控制系统控制发动机气门的开启程度来控制进气量。

项目二　可变进气歧管技术



知识链接

可变进气歧管技术主要是通过改变进气管的长度和截面积，以提高燃烧效率，使发动机在低转速时更平稳、转矩更充足，高转速时更顺畅、功率更强大。

进气歧管一端与进气门相连，另一端与进气总管后的进气谐振室相连，每个气缸都有一根进气歧管。发动机在运转时，进气门不断地开启和关闭。气门开启时，进气歧管中的混合气以一定的速度通过气门进入气缸，当气门关闭时混合气受阻就会反弹，周而复始会产生振动。如果进气歧管变短，进气振动频率会更快；如果进气歧管变长，进气振动频率会相对较慢。因此可变进气歧管在发动机高速和低速时都能提供最佳配气。

一、奥迪可变进气歧管技术检修

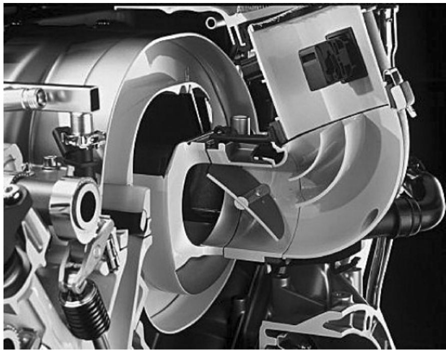
重点掌握

- 进气歧管转换系统功能的检查
- 常见故障排除

1. 可变进气歧管结构与原理

（1）系统组成

可变进气歧管主要采用一个进气歧管转换装置来控制进气管的长度。该系统中进气歧管多数为螺旋状，气流从中部进入。



（续）

（2）发动机低转速工作	（3）发动机高转速工作
当发动机以 2000r/min 的低转速运转时，进气歧管转换装置关闭，气流从长歧管流入气缸，进气歧管的固有频率降低，以适应低速气流。	当发动机转速上升到 5000r/min 时，进气频率上升，进气歧管转换装置开启，气流绕开下部导管直接注入气缸，进气歧管路径变短，实现高速进气。

2. 可变进气歧管控制系统的诊断检修

<table>
<tr><td rowspan="2">（1）进气歧管转换系统功能的检查</td><td colspan="2">1）连接 VAS5051，选择地址码 01“发动机电子系统”，按 0 和 8 键选择“读取测量数据块”，按 Q 键确认输入。再按 0、9 和 5 键，选择显示组 95（怠速时进气歧管切换），按 Q 键确认输入。
<table>
<tr><td colspan="5">显示组 95</td></tr>
<tr><td>功能</td><td>发动机转速</td><td>发动机负荷</td><td>发动机冷却液温度</td><td>显示状态</td></tr>
<tr><td>测量值</td><td>× ×r/min</td><td>× ×%</td><td>× ×℃</td><td>打开或关闭</td></tr>
<tr><td>规定值</td><td>650 ~ 6800 r/min</td><td>18% ~100%</td><td>80 ~ 105℃</td><td>AUS（进气歧管转换阀关）</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">2）检查进气歧管转换系统，即显示状态。将转速提高到约 4700r/min（显示区 1），注意观察显示状态。这时进气歧管转换功能应开始工作。如果显示“Stufe 1.”（第 1 级），但进气歧管转换真空单元没有拉紧，则检查进气歧管转换电磁阀及真空系统的密封性。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">（2）常见故障排除</td><td>1）电磁阀及控制电路故障</td><td>电磁阀可能会出现线圈短路、阀芯卡滞和通气口堵塞等故障。控制电路可能出现断路、短路、接触不良等故障。</td></tr>
<tr><td>2）膜片转换阀及真空管路故障</td><td>膜片转换阀可能会出现膜片破裂、拉杆变形等故障，真空管路可能会出现泄漏或堵塞等故障。</td></tr>
<tr><td>3）机械故障</td><td>可变进气系统可能会出现因积炭而产生阀门关闭不严或不能开启等故障。</td></tr>
</table>

（续）

（2）常见故障排除	4）可变进气转换电磁阀的检查	用万用表检查电磁阀线圈的电阻值，应为 25～35Ω。如果不符合规定，应更换电磁阀。
		在断电状态下，用压缩空气从电磁阀的通大气口处吹入，空气应不能通过；用压缩空气从电磁阀的通真空口处吹入，空气应从膜片式转换阀的接口处流出。如果与规定不符合，则更换可变进气转换电磁阀。
		在通电状态下，用压缩空气从电磁阀的通大气口处吹入，空气应从膜片式转换阀的接口处流出；用压缩空气从电磁阀的通真空口处吹入，空气应不能通过。如果与规定不符合，则更换可变进气转换电磁阀。
	5）膜片式转换阀的检查	检查膜片式转换阀是否有卡死、变形等现象。
		检查膜片式转换阀是否有泄漏现象。可以用手动真空泵连接到膜片式转换阀的膜片室，并施加真空到一定的值，然后观察在一定的时间内真空度的变化情况。如果真空度下降，则说明存在泄漏，应更换膜片式转换阀。

二、三菱可变进气歧管技术检修

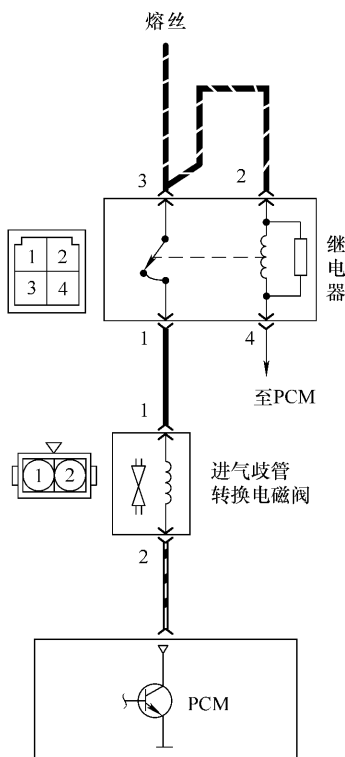
重点掌握

- 可变进气歧管结构与原理
- 故障码诊断

1. 可变进气歧管结构与原理

（1）可变进气歧管结构	三菱可变进气歧管系统由进气歧管转换电磁阀、进气歧管转换执行器、真空罐、真空管路和转换阀组成。

（续）

（2）可变进气歧管原理	可变进气歧管控制电路原理： 1）当发动机不运转时，进气歧管转换电磁阀不通电，进气歧管转换执行器不工作，转换阀在回位弹簧的作用下处于开启状态，副进气歧管导通，空气传输路径较短。 2）当发动机低速运转（转速低于3750r/min）时，PCM 根据各种传感器的信号，使进气歧管转换电磁阀通电，从而使真空管路接通，在真空吸力的作用下，进气歧管转换执行器将转换阀关闭，使副进气歧管不导通，空气经过空气滤清器和节气门后只能通过主进气歧管进入气缸。 3）当发动机高速运转（转速高于3750r/min）时，PCM 根据各种传感器的信号，使进气歧管转换电磁阀断电，从而使真空管路断开，转换阀在回位弹簧的作用下处于开启状态，空气经过空气滤清器和节气门同时经过主进气歧管和副进气歧管进入气缸，这时进气歧管的横截面积增加，进气阻力较小，致使进气量增加，发动机输出功率得到提高。 

2. 可变进气歧管的检修

（1）故障码诊断	三菱专用的故障诊断仪（MUT－Ⅲ）可以对可变进气歧管的电控部分进行检测，如果可变进气歧管系统出现故障，将会显示 P0660 代码（可变进气歧管转换电磁阀电路故障）。
（2）测量进气歧管转换电磁阀电阻	用万用表测量进气歧管转换电磁阀插接器两端子之间的电阻，应为 29～35Ω，如果不符合规定，则更换进气歧管转换电磁阀。
（3）检查泄漏情况	检查进气歧管转换执行器、真空罐、真空管路和转换阀工作情况，如有损坏或泄漏的情况必须更换。

本项目小结

- 奥迪可变进气歧管技术：相关传感器传送来的信号由 PCM 计算后，通过控制可变进气转换电磁阀来改变进气方式。
- 三菱可变进气歧管技术：相关传感器传送来的信号由 PCM 计算后，通过控制可变进气转换电磁阀来实现低速和高速进气方式的改变。

第 2 堂课　发动机环保控制技术



学习目标

1. 通过学习日产曲轴强制通风系统技术的结构与原理，掌握类似车型曲轴强制通风系统的检修知识要点。

2. 通过学习本田废气再循环控制系统技术的结构与原理，掌握废气再循环控制系统的检修知识要点。

3. 通过学习本田空燃比控制系统技术的结构与原理，掌握发动机闭环控制的检修知识要点。

项目一　日产曲轴箱强制通风系统技术



知识链接

曲轴箱强制通风（Positive Crankcase Ventilation，PCV）控制系统利用歧管真空度将窜气吸入进气管燃烧，通过 PCV 阀可改变进入气缸重新燃烧的窜气量。

PCV 阀靠进气管真空度的吸力和弹簧力的平衡来工作，其流量由阀体与壳体间的最小气体通路控制。在大负荷时，进气管真空度很小，阀体在弹力的作用下右移，此时 PCV 阀的流量最大；在怠速或低速时，进气管真空度很大，阀体在真空力的作用下左移，此时 PCV 阀的流量最小；在部分负荷时，阀体居中，PCV 阀的流量也居中。

重点掌握

- 曲轴箱强制通风系统工作过程
- 曲轴箱强制通风系统的检修

学习提示：

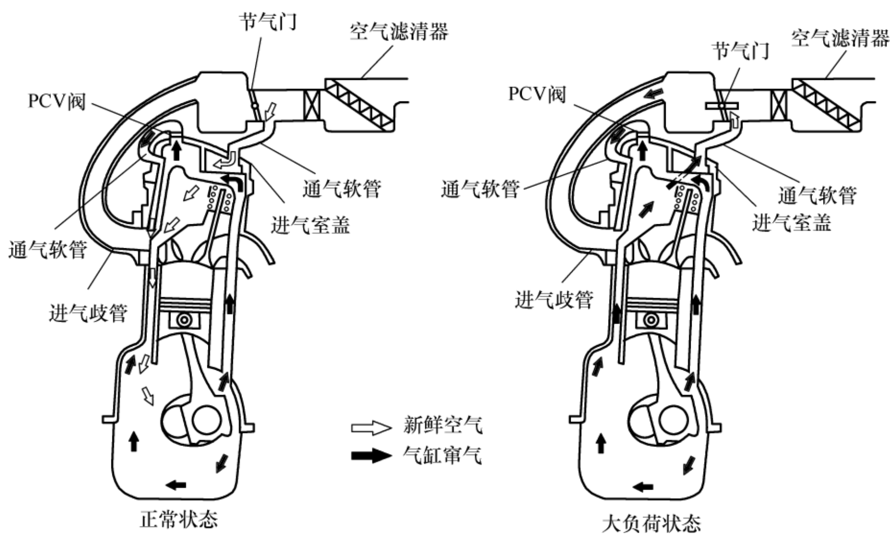
曲轴箱强制通风系统的主要作用是将曲轴箱内的气体通过 PCV 阀导入进气歧管，并有少量的空气由空气滤清器经 PCV 阀直接进入进气歧管，这就避免了节气门处结冰、燃烧不充分、排放恶化等现象。

一、曲轴箱强制通风系统结构与原理

PCV 装置主要由通气软管、PCV 阀组成。一般通气软管一根接通空气滤清器至气门室盖，另一根接通 PCV 阀至进气歧管。

PCV 阀由柱塞式阀门和弹簧构成，位于进气歧管的一侧。进气歧管的真空度决定了 PCV 阀的开闭程度，而 PCV 阀的开闭程度又决定了窜气被重新吸入进气歧管参加燃烧的数量。

（续）



二、曲轴箱强制通风系统的检修

学习提示：

定期检查曲轴箱通风装置的连接软管是否老化或产生裂纹，如有，应更换软管。二级维护时要使用煤油彻底清洗 PCV 阀及油气分离器或更换滤芯，确保发动机通风顺畅，工作正常。

1. PCV 阀检查	（1）检查阀的真空情况	从发动机上拧下 PCV 阀，然后接好通风软管，怠速运转发动机，把手指放在 PCV 阀的开口端，这时手指应有真空感，若抬起手指，阀口应有"啪、啪"的吸力响声。如果手指没有真空感或没有响声，应用清洗溶液清洗 PCV 阀和通风软管后再检查，如仍不行应更换。
	（2）检查阀的运动情况	从发动机上拧下 PCV 阀，用木质细杆插入 PCV 阀，这时阀的柱塞应前后运动自如。如果阀的柱塞不动，应清洗或更换。
2. 曲轴箱强制通风系统检查	1）从曲轴箱强制通风阀（PCV 阀）上拆下通气软管。	
	2）从气门室盖上拆下 PCV 阀。	
	3）重新将 PCV 阀与拆下的通气软管连接。	
	4）起动发动机，怠速运转。	
	5）将手指压在 PCV 阀开口处，感觉进气歧管是否有真空度（手指是否受到吸力作用）。 注意：此时 PCV 阀的柱塞会前后移动。	
	6）如果未感觉到真空度，则清洁或更换 PCV 阀。	
3. 曲轴箱强制通风阀（PCV 阀）的检查	1）从气门室盖安装侧的位置插入细棒到 PCV 阀，前后移动细棒以检查柱塞的移动状况。	
	2）如果柱塞未移动，则表示 PCV 阀有阻塞，需清洁或更换 PCV 阀。	

（续）

4. 检查管路情况	1）拆下曲轴箱强制通风装置的出气软管和回流软管，拆下有关部件（呼吸器、PCV 阀或油气分离器）。
	2）检查管路有无压扁、坏、漏等情况，然后清洗干净，并用压缩空气吹净。
	3）按拆卸时相反的顺序装回。

一点通：

1）当曲轴箱强制通风系统发生故障时，往往出现发动机怠速不稳的现象，应检查 PCV 阀运动是否自如、软管是否堵塞等。

2）当曲轴箱强制通风系统通风不良时，将会导致曲轴箱内温度过高，造成发动机机油过快变质。

3）当曲轴箱强制通风系统发生故障时，往往出现发动机不能起动或者起动困难的现象，应排除 PCV 阀及控制线路故障。

本项目小结

- 曲轴箱强制通风系统由相关传感器传送来的信号经发动机 ECU 计算后，通过控制 PCV 阀来实现曲轴箱通风。
- 曲轴箱强制通风系统主要检修 PCV 阀的控制线路及管路连接情况。
- 曲轴箱强制通风系统故障常伴随发动机怠速不稳、发动机不能起动或者起动困难等。

项目二　本田废气再循环控制系统技术



知识链接

废气再循环（Exhaust Gas Recirculation ，EGR）控制系统用于降低废气中氮氧化物（NOx）的排出量。

汽车废气是一种不可燃气体，在燃烧室内不能参与燃烧。它主要是通过吸收燃烧产生的部分热量来降低燃烧温度和压力，以减少 NOx 的生成量。进入燃烧室的废气量随着发动机转速和负荷的增加而增加。当发动机在低负荷下运转时，EGR 阀开启，使少量的废气进入进气歧管，与可燃混合气一起进入燃烧室。怠速时 EGR 阀关闭，几乎没有废气再循环至发动机。

重点掌握

- 废气再循环控制系统工作过程
- 废气再循环控制系统的检修

一、废气再循环控制系统结构与原理

1. EGR 结构	本田废气再循环控制系统采用电控 EGR 系统，它主要由 EGR 阀、EGR 阀位置传感器、EGR 管以及发动机控制单元（ECM/PCM）组成。

（续）

1. EGR 结构	EGR阀及EGR位置传感器 发动机控制单元 (ECM/PCM) EGR管
2. EGR 工作原理	ECU 根据存储器内不同条件下理想的 EGR 阀开度控制 EGR 阀。EGR 阀位置传感器检测 EGR 阀的开度，并将信号送至发动机控制单元（ECM/PCM），ECM/PCM 将此开度与根据输入信号计算出的理想开度进行比较，如有不同，将减少 EGR 阀的电流，减少施加到 EGR 阀的真空度，使 EGR 再循环的废气量改变。 节气门体 空气滤清器 排气歧管 进气歧管 EGR阀位置传感器 三元催化转化器(TWC) EGR管 EGR阀 ECM/PCM 各种传感器 黑

二、废气再循环控制系统的检修

1. 检查废气再循环系统是否堵塞	1）检查并用汽油清洗进气歧管的废气再循环孔。	
	2）检查真空软管有无破损，接头处是否松动、漏气等。	
	3）检查并用化油器清洗剂清洗 EGR 阀内通道或更换 EGR 阀。	
2. 检查 EGR 阀	关闭点火开关，拆下 EGR 阀的导线插头，将点火开关接通，用数字万用表测量控制 EGR 阀端子与车身接地之间的电压，其正常值应为 12V。否则应检修 EGR 阀与组合仪表板下熔丝（7.5A）之间的导线是否断路或接触不良。然后检查 EGR 阀的电阻，其正常值应符合规定（一般为 20 ~ 50Ω），否则应更换 EGR 阀。	
3. 检测 EGR 阀位置传感器	（1）电压的检测	关闭点火开关，拆下 EGR 阀位置传感器的导线插头，将点火开关接通，用数字万用表测量传感器导线插头两个端子之间的电压，其正常值应为 5V，否则，应检查 ECM/PCM 与 EGR 阀位置传感器之间的导线是否短路或接触不良。
	（2）电阻的检测	将发动机熄火，拆下 EGR 阀位置传感器的导线插头，用数字万用表测量传感器两个端子之间的电阻，其电阻值应为 50 ~ 100Ω，否则应更换 EGR 阀位置传感器。

一点通：

1）当发现 EGR 系统发卡时，应排除 EGR 阀或 EGR 阀位置传感器故障。

2）当 EGR 系统流量不足时，应清洁进气歧管 EGR 端口和 EGR 管，以及 EGR 阀内部的积炭，必要时更换 EGR 阀。

3）当 EGR 控制电路性能故障时，应排除 EGR 阀或 EGR 阀位置传感器的线路信号故障。

4）当 EGR 阀位置传感器电路电压过高或过低时，应排除 EGR 阀位置传感器、ECM/PCM 或 EGR 阀位置传感器与 ECM/PCM 之间的电路故障。

本项目小结

- 废气再循环控制系统主要由 EGR 阀位置传感器和相关传感器传送来的信号并由 ECM/PCM 计算后，通过控制 EGR 阀来实现废气再循环。
- 废气再循环控制系统主要检修 EGR 阀的控制线路及管路连接情况。

项目三　本田空燃比控制系统技术



知识链接

可燃混合气中空气质量与燃油质量之比称为空燃比，用 A/F 表示。

空燃比控制系统技术的原理是反馈控制，是指将系统的输出信息返送到输入端，与输入信息进行比较，并利用二者的偏差进行控制的过程。在控制系统中，如果返回的信息的作用是抵消输入信息，称为负反馈，负反馈可以使系统趋于稳定；若其作用是增强输入信息，则称为正反馈，正反馈可以使信号得到加强。

重点掌握

- 空燃比控制系统组成及工作过程
- 空燃比控制系统的检修

一、空燃比控制系统结构与原理

1. 空燃比控制系统结构	本田空燃比控制系统主要由发动机控制单元（ECM/PCM）、A/F 传感器、副 HO2S 传感器、三元催化转化器（TWC）以及各种传感器等组成。
	

（续）

2. 空燃比控制系统工作原理	ECM/PCM 接收来自 A/F 传感器、副 HO2S 传感器以及各种传感器的信号并进行比较，并利用二者的偏差进行反馈控制。
3. TWC 工作原理	TWC 装在排气管中，能把发动机排出废气中的有害气体转化成无害气体。三元催化剂是铂（或钯）和铑的混合物，它不仅能将 HC 和 CO 氧化变成 CO_2 和 H_2O，而且能促使 NOx 和 CO 发生反应转变为 CO_2 和 N_2，但是只有当空燃比保持稳定时，其转化效率才能得到精确控制。
4. TWC 使用条件	1）装用 TWC 的发动机只能使用无铅汽油。如果使用加铅汽油，铅覆盖在催化剂表面会使催化剂失效。
	2）仅当温度超过 350℃时，TWC 才起催化反应。温度较低时，TWC 的转换效率急剧下降。
	3）必须向装有 TWC 的发动机供给理论混合比的混合气，才能保证 TWC 有较好的转换效果。
	4）必须和 A/F 传感器、副 HO2S 传感器配合使用。

二、空燃比控制系统的检修

1. TWC 温度测试法	用红外线测温仪检测 TWC 的前后温差，在怠速时，出气口温度应比进气口温度高出 10℃以上。如果前后温差不足 10℃，表明 TWC 内部堵塞严重，必须更换。

（续）

1. TWC 温度测试法		
2. 传感器信号测试法	学习提示： 应用汽车示波器读取 A/F 传感器和副 HO2S 传感器的波形来分析传感器和 TWC 的故障。	
	（1）传感器老化	A/F传感器工作正常 A/F传感器工作不正常 A/F传感器 副HO2S传感器 A/F传感器 副HO2S传感器
	（2）TWC 故障	TWC正常 TWC不正常 A/F传感器 副HO2S传感器 A/F传感器 副HO2S传感器

一点通：

1）TWC 发生堵塞后，汽车最初的不良反应是加速无力、车速无法提升。应及时更换 TWC，否则将会导致排气不畅而无法起动。

2）TWC 堵塞会造成废气返流，使可燃混合气过稀，造成发动机起动困难。

3）TWC 堵塞会造成冷却液温度过高，严重时会烧蚀活塞顶部，甚至将活塞烧熔在缸内。

本项目小结

- 空燃比控制系统主要由排气系统上的 A/F 传感器、副 HO2S 传感器检测废气的浓度，并由 ECM/PCM 计算后，通过 TWC 来减少废气有害物质的排放。
- 空燃比控制系统主要是通过 ECM/PCM 接收来自 A/F 传感器、副 HO2S 传感器以及各种传感器的信号并进行比较，并利用二者的偏差进行反馈控制。
- 空燃比控制系统主要检修 A/F 传感器、副 HO2S 传感器及 TWC 的工作情况。

第 3 堂课　涡轮增压技术



学习目标

1. 通过学习奥迪涡轮增压器的结构与工作原理及检修，掌握类似车型涡轮增压技术的知识要点。

2. 通过学习宝马双涡轮增压器的结构与工作原理及检修，掌握宝马车系双涡轮增压技术的知识要点。

项目一　奥迪涡轮增压技术



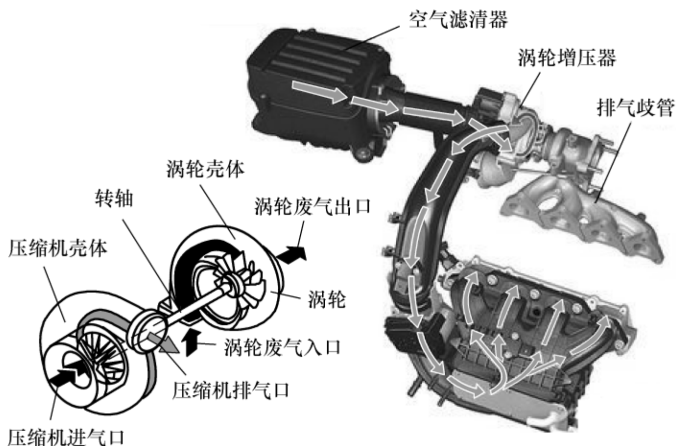
知识链接

涡轮增压技术是依靠涡轮增压器来加大发动机进气量的一种技术。涡轮增压器实际上就是一个空气压缩机，它利用发动机排出的废气作为动力来推动涡轮室内的涡轮（位于排气道内），涡轮又带动同轴的叶轮（位于进气道内），叶轮就压缩由空气滤清器管道送来的新鲜空气，再送入气缸。当发动机转速加快时，废气排出速度与涡轮转速也同步加快，空气压缩程度就得以加大，发动机的进气量就相应地得到增加，从而增加发动机的输出功率。

重点掌握

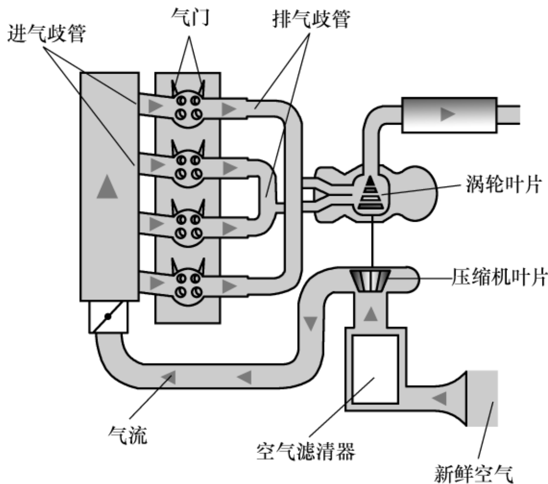
- 涡轮增压器的结构、增压系统的工作过程
- 涡轮增压控制系统电子元件的检修

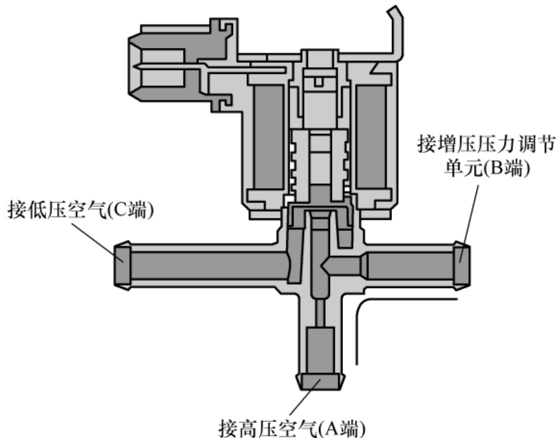
一、涡轮增压器的结构与工作原理

<table>
<tr>
<td>1.
涡轮增压器结构</td>
<td>

涡轮增压器主要由涡轮机和压缩机两部分组成，它们之间通过一根传动轴连接。涡轮的进气口与发动机排气歧管相连，排气口与排气管相连；压缩机的进气口与进气管相连，排气口则接在进气歧管上</td>
</tr>
</table>

（续）

<table>
<tr><td rowspan="3">2.
涡
轮
增
压
器
的
工
作
原
理</td><td>

涡轮增压的原理是利用排出废气的能量冲击排气管道中的涡轮，同时带动进气管道的涡轮，使进气增压后送入到气缸</td></tr>
<tr><td>发动机控制单元根据需要以占空比方式给增压压力限制电磁阀 N75 通电，改变加在增压压力调节单元膜片阀上的气压以调节增压压力。
1）当中低速小负荷时，增压压力限制电磁阀的 A 端与 B 端连通，允许增压压力调节单元自动调节增压压力。
2）在加速或高速大负荷时，该电磁阀由发动机控制单元以占空比的方式供电，低压通气端与另两端连通，使加在增压压力调节单元膜片阀上的压力下降，废气旁通阀开度减小，增压压力提高，占空比越大增压压力越高。</td></tr>
<tr><td>

学习提示：
涡轮增压技术电子元件主要包括增压压力限制电磁阀 N75、增压器空气再循环电磁阀 N249、增压压力调节单元和机械式空气再循环阀等部件。</td></tr>
</table>

二、涡轮增压控制系统的检修

<table>
<tr><td rowspan="3">1.
元
件
检
测</td><td rowspan="3">（1）增压压力限制电磁阀 N75 检查</td><td>将汽车故障检测仪连接到自诊断插座，接通点火开关，操作检测仪，键入 01—04 进入测试执行元件功能菜单。激活 N75 电磁阀应能听到“咔嗒咔嗒”的响声，否则应更换该电磁阀或维修 N75 电磁阀的线路。</td></tr>
<tr><td>用万用表测量 N75 电阻值，正常值应为 25 ~ 35Ω，否则应更换该电磁阀。</td></tr>
<tr><td>直接给电磁阀供 12V 电压并同时用软管吹气检查，正常情况下不通电时 A 与 B 应相通，通电时 A、B、C 应互通，否则应更换该电磁阀。</td></tr>
</table>

（续）

1. 元件检测	（2）增压器空气再循环电磁阀 N249 检查	将汽车故障检测仪连接到自诊断插座，接通点火开关，操作检测仪，键入 01—04 进入测试执行元件功能菜单。激活 N249 电磁阀应能听到“咔嗒咔嗒”的响声，否则应更换该电磁阀或维修 N249 电磁阀的线路。	
		用万用表测量阀 N249 的电阻值，正常值应为 27～30Ω，否则应更换该电磁阀。	
		直接给电磁阀供 12V 电，正常情况下不通电时 A、B 两端应相通，通电时 B、C 两端应相通，否则应更换该电磁阀。	
	（3）增压压力调节单元及连接管路检查	让发动机怠速运转 5min，之后急踩加速踏板使发动机转速迅速升高到 5000r/min，增压压力调节单元的推杆应能正常移动，无卡滞现象，否则说明增压压力调节单元故障，应更换。	
	（4）检查机械式空气再循环阀	从车上拆下机械式空气再循环阀，通过软管将该阀真空管接头（C 端）与手动真空泵连接，扳动真空泵产生吸力，此时 A、B 两端应相通；放开真空泵解除真空，A、B 两端应迅速截止且密封良好。如果与规定不符合，应更换该阀。	
	（5）增压器检查	1）转动叶轮，检查叶轮有无卡滞等不良现象。	
		2）检查壳体内部有无油污或灰尘，并进行相应的清洁。	
		3）检查叶片有无裂纹、断裂或弯曲等。	
2. 常见故障排除	（1）发动机功率下降	1）涡轮进气道堵塞或脏污	清洗
		2）发动机进气或排气管泄漏	修理
	（2）异常噪声和振动	1）叶轮进入异物或损坏	检查或更换
		2）转子组件平衡状态破坏	校正
	（3）涡轮转子转动不灵活	1）增压器漏油引起积炭	清洗
		2）过热引起零件变形或损坏	更换
		3）异物进入将转子卡死	排除
		4）装配不正确	重新安装
		5）涡轮轴轴颈弯曲	更换

一点通：

废气涡轮增压系统出现故障会造成增压压力降低，使发动机进气量减少，功率降低。而导致增压压力低的故障有：

1）增压压力限制电磁阀损坏。

2）增压压力调节单元损坏或连接管路损坏。

3）机械式空气再循环阀损坏。

4）增压器空气再循环电磁阀损坏或连接管路损坏。

5）废气涡轮增压器与进气管之间漏气。

6）废气涡轮增压器自身损坏。

本项目小结

- 涡轮增压控制系统由增压压力限制电磁阀 N75 和增压器空气再循环电磁阀 N249 实现对增压压力的自动调节。
- 发动机控制单元根据需要以占空比方式给增压压力限制电磁阀 N75 通电，改变加在增压压力调节单元膜片阀上的气压以调节增压压力。
- 涡轮增压控制系统主要检修相关电磁阀和涡轮增压器的情况。

项目二　宝马双涡轮增压技术



知识链接

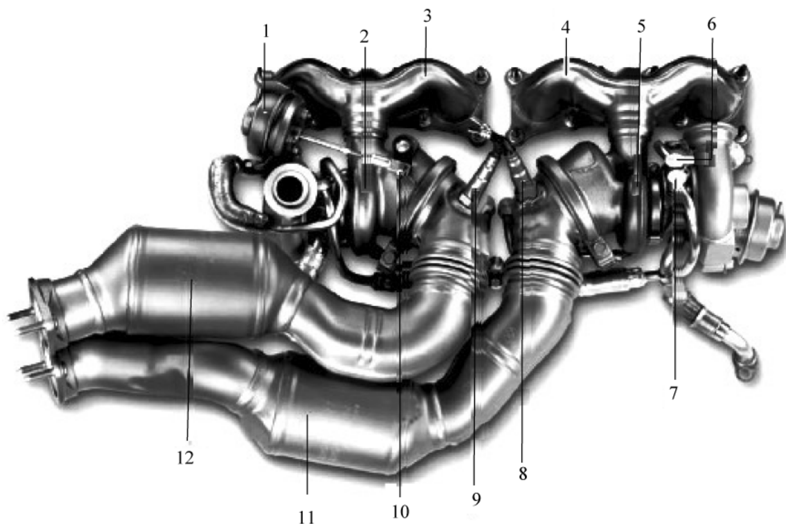
宝马双涡轮增压技术运用在 6 缸发动机上，它不再采用一个大增压器，而是每三个气缸共用一个小增压器。驾驶人通过加速踏板施加最轻微的作用力，即可产生压力。

增压器压力调节分别通过两个废气旁通阀来进行，废气旁通阀通过一根杆与一个真空罐连接，形成一个废气旁通执行机构。发动机电子控制系统通过各自的电子气动压力转换器控制。

重点掌握

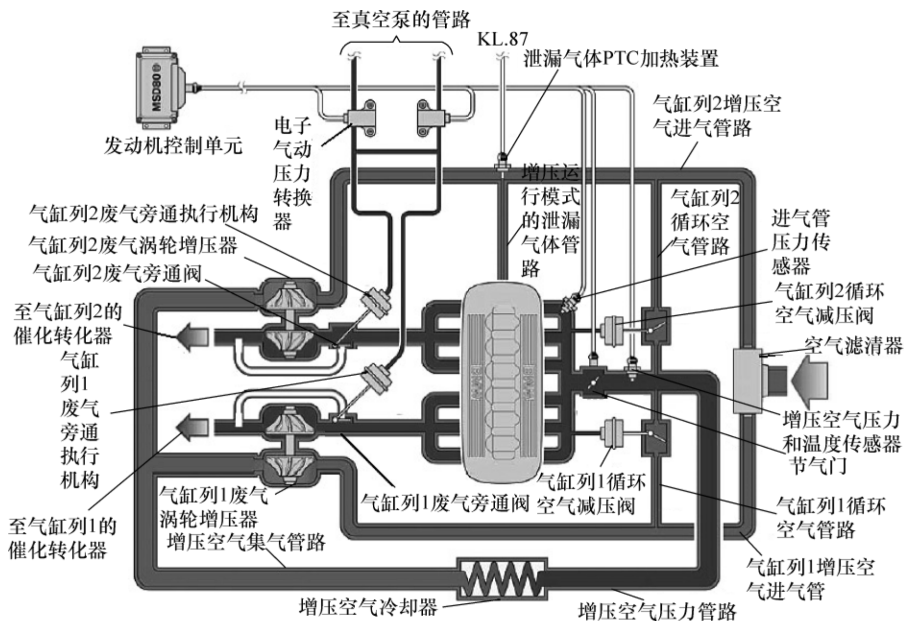
- 双涡轮增压的工作原理
- 双涡轮增压电子元件的数据诊断方法

一、涡轮增压器的结构与工作原理

<table>
<tr><td rowspan="2">1. 废气涡轮增压器结构</td><td>6 缸发动机上使用两个相互并联的小型涡轮增压器，其中气缸 1、2 和 3（气缸列 1）为一个废气涡轮增压器，气缸 4、5 和 6（气缸列 2）为另一个废气涡轮增压器。</td></tr>
<tr><td>

1—气缸列 2 废气旁通执行机构　2—气缸列 2 废气涡轮增压器　3—气缸列 2 排气歧管　4—气缸列 1 排气歧管　5—气缸列 1 废气涡轮增压器　6—冷却液回流管路　7—冷却液供给管路　8—气缸列 1　A/F 传感器　9—气缸列 2　A/F 传感器　10—废气旁通操控杆　11—气缸列 1 催化转化器　12—气缸列 2 催化转化器</td></tr>
</table>

（续）

2. 工作原理	新鲜空气经过空气滤清器和增压空气进气管路由废气涡轮增压器的压缩机吸入并压缩产生高压。 发动机控制单元通过废气旁通阀调节增压压力。当达到所需增压压力时，废气旁通阀打开，部分废气通过旁通通道排出。这样可以在发动机不需要增压时降低涡轮的转速，进而控制增压压力。该废气旁通阀由真空执行机构直接操纵，而真空执行机构是由发动机控制单元通过电子气动压力转换器来控制的。其真空负压由一个持续运行的发动机真空泵产生，并储存在气门室盖内的蓄压器中。
	
	学习提示： 1）当发动机处于怠速状态时，两个涡轮增压器的废气旁通阀均关闭，全部废气气流都用于加速压缩机。 2）在满负荷状态下，达到最大允许转矩时通过部分开启废气旁通阀保持一个较高的恒定增压压力值，压缩机始终根据运行情况保持相应的转速。

二、涡轮增压控制系统的检修

1. 故障码诊断

连接故障诊断仪进行诊断测试，读取发动机系统故障码，然后根据故障描述进行故障诊断。例如，“2C57 – 增压压力调节，可信度：压力过低”和“2C58 – 增压压力调节，关闭：建压已锁止”的故障描述见下表。

2C57 故障详细描述

2C57 – 增压压力调节，可信度：压力过低	
故障描述	本诊断将对增压压力传感器测出的压力进行监控 故障检测条件：如果测得的压力小于额定压力，则识别为该故障

（续）

2C57 – 增压压力调节，可信度：压力过低	
故障识别条件	电压条件：车载网络电压在 9 ~ 16V 温度条件：无 时间条件：无 其他条件： ① 发动机转速大于 1900r/min ② 发动机负荷 ③ 涡轮增压在控制范围内 总线端状态：总线端 KL. 15
故障码存储记录条件	如果故障存在时间超过 1min，则记录为该故障
故障影响说明	发动机处于紧急程序下并且功率受限
保养措施	① 检查发动机管理系统和增压压力传感器之间的线束 ② 更换增压压力传感器 ③ 检查废气旁通阀是否由于卡住而不能关闭 ④ 检查电子气动压力转换器 ⑤ 检查真空管路和真空度
驾驶人信息	发动机指示灯
服务提示	无

2C58 故障详细描述

2C58 – 增压压力调节，关闭：建压已锁止	
故障描述	本诊断将监控通过发动机管理系统进行的增压关闭 故障检测条件：如果记录了增压压力调节的其他故障（累积错误），则识别为该故障
故障识别条件	电压条件：见单项故障 温度条件：见单项故障 时间条件：见单项故障 其他条件：无 总线端状态：总线端 KL. 15
故障码存储记录条件	见单项故障
故障影响说明	无
保养措施	见单项故障
驾驶人信息	发动机指示灯
服务提示	无

2. 涡轮增压数据流判断

连接故障诊断仪进行诊断测试，通过调用控制单元功能读取发动机增压的数据流进行故障分析。

（1）增压压力过低数据分析

故障数据	正常数据
功能和状态显示 -增压 功能：节气门后的进气管压力 状态：107.54kPa 功能：节气门前的进气管压力 状态：108.56kPa 功能：节气门前的进气管压力（增压压力-标准值） 状态：131.62kPa 功能：增压空气温度 状态：40.50℃	功能和状态显示 -增压 功能：节气门后的进气管压力 状态：139.62kPa 功能：节气门前的进气管压力 状态：137.31kPa 功能：节气门前的进气管压力（增压压力-标准值） 状态：136.72kPa 功能：增压空气温度 状态：36.75℃
学习提示： 节气门前增压压力标准值为 131.62kPa；节气门前的实际增压压力为 108.56kPa；节气门后压力为 107.54kPa，接近标准大气压力，说明增压系统压力过低。	**一点通：** 造成增压压力过低的原因主要有减压装置、真空供应装置、排气旁通阀、增压空气导管和废气涡轮增压器等故障。

（2）增压压力过高数据分析

故障数据	正常数据
功能和状态显示 -增压 功能：节气门后的进气管压力 状态：145.43kPa 功能：节气门前的进气管压力 状态：144.68kPa 功能：节气门前的进气管压力（增压压力-标准值） 状态：136.72kPa 功能：增压空气温度 状态：36.75℃	功能和状态显示 -增压 功能：节气门后的进气管压力 状态：137.43kPa 功能：节气门前的进气管压力 状态：138.68kPa 功能：节气门前的进气管压力（增压压力-标准值） 状态：136.72kPa 功能：增压空气温度 状态：36.75℃
学习提示： 节气门前增压压力标准值为 136.72kPa；节气门前的实际增压压力为 144.68kPa；节气门后压力为 145.43kPa，高于标准压力，说明增压系统压力过高。	**一点通：** 造成增压压力过高的原因主要是增压压力调节电磁阀故障。当过滤网口堵塞，将会直接影响电磁阀对废气旁通阀执行机构的控制速度，导致发动机增压压力过高。

一点通：

1）当增压后压力管路密封不良引起漏气时，应注意增压空气冷却器前后的空气导管安装不到位引起的密封不良，以及密封圈老化断裂造成的漏气。

2）当废气涡轮增压器本身故障时，如涡轮卡滞，应排除增压器润滑或冷却不良故障。

3）当催化转化器堵塞时，废气排出不畅，导致排气管背压过高，阻碍废气涡轮正常转动，也会造成增压压力过低。

本项目小结

- 双涡轮增压控制系统由进气管压力传感器、增压空气压力和温度传感器等输出信号，经过发动机控制单元计算来控制两个气缸循环减压阀和废气旁通执行机构，实现对增压压力的自动调节。
- 双涡轮增压控制系统主要检修进气管压力传感器、增压空气压力和温度传感器及涡轮增压器的情况。
- 运用宝马专用故障诊断仪进行故障码读取和双涡轮增压控制系统的数据流分析。

第 4 堂课　燃油缸内直喷技术



学习目标

1. 通过学习大众燃油缸内直喷技术的结构与原理及检修，掌握类似车型燃油缸内直喷技术数据诊断的知识要点。

2. 通过学习福特燃油缸内直喷技术的结构与原理及检修，掌握燃油缸内直喷技术燃油系统检修的知识要点。

项目一　大众燃油缸内直喷技术



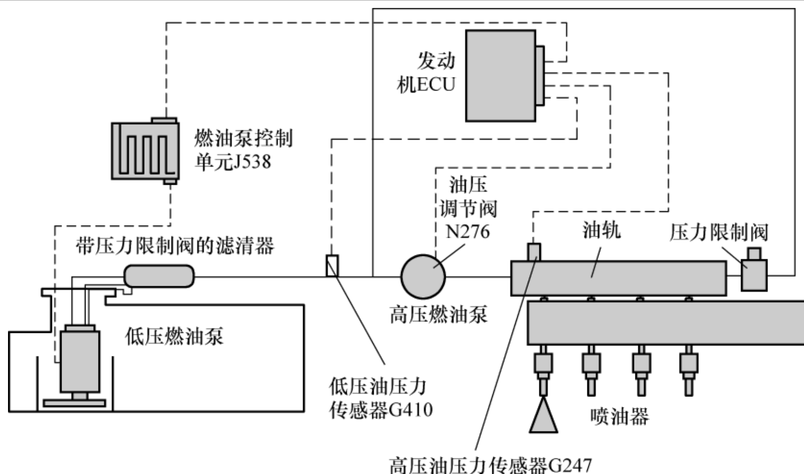
知识链接

燃油缸内直喷技术就是将喷油器安装于气缸内，直接将燃油喷入气缸内与进气混合，使燃油雾化更加细致，真正实现了精准地按比例控制喷油。同时，喷油器位置、喷雾形状、进气气流控制以及活塞顶形状等特别的设计，使油气能够在整个气缸内充分、均匀地混合，从而使燃油充分燃烧，能量转化效率更高。

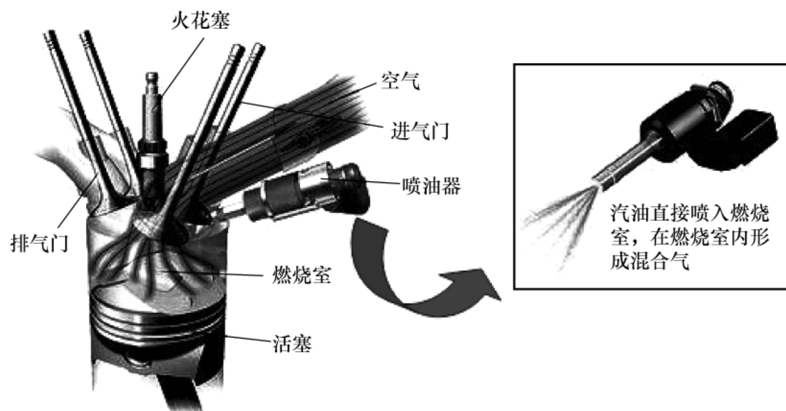
重点掌握

- 燃油缸内直喷的结构和燃油管路连接
- 燃油缸内直喷技术数据诊断

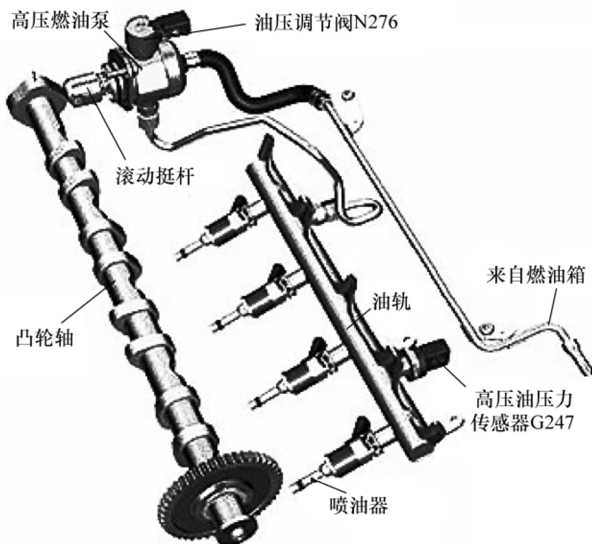
一、燃油缸内直喷的结构与工作原理

1. 燃油缸内直喷的结构	燃油缸内直喷主要由低压燃油泵、高压燃油泵、油压传感器（低压油压力传感器 G410、高压油压力传感器 G247）、油压调节阀 N276、油轨、带压力限制阀的滤清器、压力限制阀、喷油器、发动机 ECU 和燃油泵控制单元 J538 等组成。
	

（续）

<table>
<tr>
<td>1. 燃油缸内直喷的结构</td>
<td>


</td>
</tr>
<tr>
<td>2. 燃油缸内直喷的工作原理</td>
<td>
发动机 ECU 根据装在油轨上的高压油压力传感器 G247 所监测到的信号，控制 N276 以精确调整占空比，从而得到所需的燃油压力。



学习提示：
低压燃油系统的压力是由燃油箱中的低压燃油泵提供的，装在燃油箱上部的燃油泵控制单元 J538 根据脉宽调制信号，控制低压燃油泵工作，使低压燃油系统压力维持在 50～500kPa。在发动机起动时，低压燃油系统的压力能达到 650kPa 以上，用以保证发动机的正常起动及工作。
</td>
</tr>
</table>

二、燃油缸内直喷技术控制系统的检修

1. 故障自诊断

（1）读取数据流　利用 VAS5051B/5052 等诊断仪进入“引导性功能－读取发动机的测量值”读取。或者按路径“01－08”进入发动机控制单元读取 106 和 140 组测量值组数据。

引导性功能读取 1. 4TSI 燃油系统测量值

测量值内容	实测参考值
油轨压力系统状态	5827kPa
电动燃油泵 1	接通
油压调节阀打开角度偏差	56°
油轨压力规定值	4400kPa
油轨压力当前值	5789kPa
油轨压力控制器状态	-48kPa
平均喷油正时	0. 51ms

1. 8TSI 发动机燃油系统测量值组

组号	数据区域	数据内容	实测参考值（怠速时）
140	1	燃油量控制阀关闭曲轴角度	30. 4°
	2	燃油量控制阀打开曲轴角度	0°
	3	实际导轨压力	3949kPa
	4	燃油量控制阀 1	01

（2）执行元件功能自测试　电动喷油泵和油压调节阀 N276 的功能判断，可利用 VAS5051/5052，按路径“01 -03”进入执行元件自测试功能进行测试。

执行元件自测试

序号	执行元件名称	动作情况
1	喷油器	运转 15s
2	油压调节阀 N276	开/关几秒

2. 主要电控元件的检测

（1）油压调节阀 N276	油压调节阀 N276 的 1 号端子接 12V 电源，2 号端子是控制端，由 J623 通过 PMW 信号进行调节。可测量其占空比信号波形来分析其控制及线路工作状况。 **维修注意：** 油压调节阀 N276 是高频电磁阀，不能进行通电测试，如果通电测试则会烧坏 N276。
	检测 N276 电阻值，1. 8TSI 发动机应为 1. 5 ~2. 0Ω，1. 4TSI 约为 10Ω。
（2）喷油器	测量喷油器的电阻值，应在 2Ω 左右。
	喷油器针阀驱动峰值电压会达到 90V，电流为 16A，正常打开针阀电压为 14V，电流为 10. 8A。在喷油器针阀打开后，维持针阀开启的电流只需 2. 5A。
（3）低压燃油泵	低压燃油泵 G6 由燃油泵控制单元 J538 输出 PWM 信号进行按需调节，使低压燃油系统工作压力在 50 ~500kPa，冷热起动时达到 650kPa。其最大压力测量应按以下方法进行：在低压系统连接带有油路开关的燃油压力表，将油路开关关闭。连接好 VAS5051 诊断仪，进入诊断仪的“01 -03”功能驱动燃油泵自动运转 15s，读取燃油表压力值，应达到 680kPa，即压力限制阀打开的压力。停止运转后 10min，燃油系统残压应不低于 375kPa。在检测最大压力时，燃油泵最大工作电流不大于 9A。

3. 匹配与设定

在更换发动机 ECU、J538 和燃油泵后，应进行电控单元与燃油泵的匹配。进入 VAS5051 的“引导性功能—电控单元与燃油泵的匹配”，按诊断仪指引操作。在更换高压油压力传感器时，应进行传感器设定。

一点通：

1）缸内直喷汽油机供油系统对燃油和管道清洁度的要求更高，油路脏污、堵塞、泄漏等仍是系统故障主要影响因素。

2）燃油滤清器需定期更换，电动燃油泵和高压燃油泵是最常见的故障部件。

3）油压传感器 G247、油压调节阀 N276、油泵控制单元及相关线路等，也是常见的故障部件。此外还可能产生因电控单元匹配、传感器设定不良导致的相关故障。

4）当油压调节阀 N276 不工作时，电子节气门（EPC）灯会点亮，往往会出现车辆加速缓慢，发动机转速最高只有 3000r/min 左右的现象。

本项目小结

- 燃油缸内直喷技术由各种传感器输出信号经过发动机控制单元计算来控制喷油器的调节。
- 运用 VAS5051B/5052 故障诊断仪进行故障码读取、读取数据流及电控元件的检测。

项目二　福特燃油缸内直喷技术



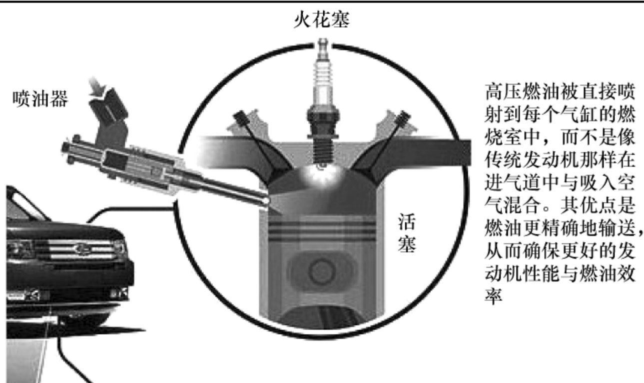
知识链接

EcoBoost 是福特使用涡轮增压和缸内直喷两项核心技术发动机的总称。在传统汽油发动机的基础上，EcoBoost 发动机进一步添加了燃油缸内直喷、涡轮增压和双独立可变气门正时系统这三大技术，保证动力输出，而且燃油经济性提高 20%，并降低 15% 的二氧化碳排放。

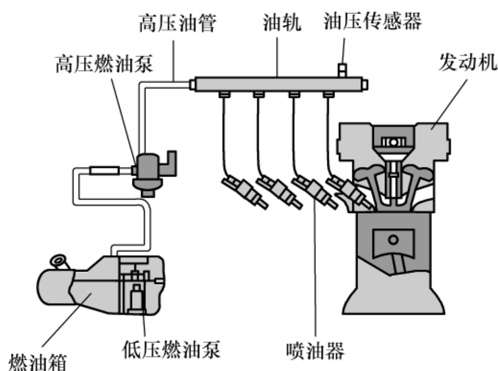
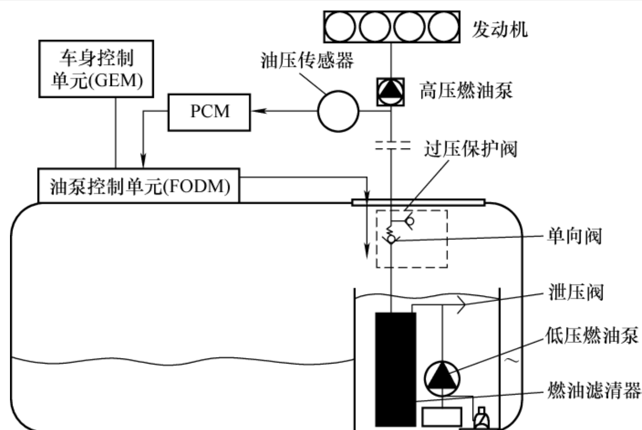
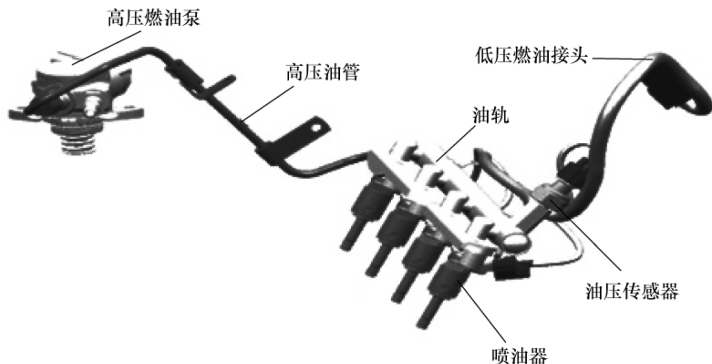
重点掌握

- 燃油缸内直喷的结构和工作原理
- 燃油系统数据诊断

一、燃油缸内直喷的结构与工作原理

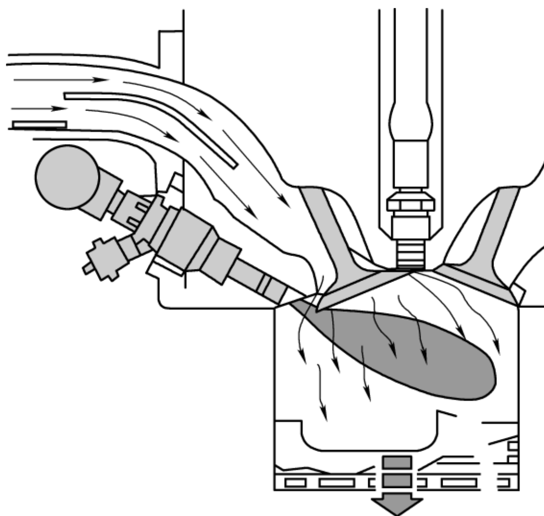
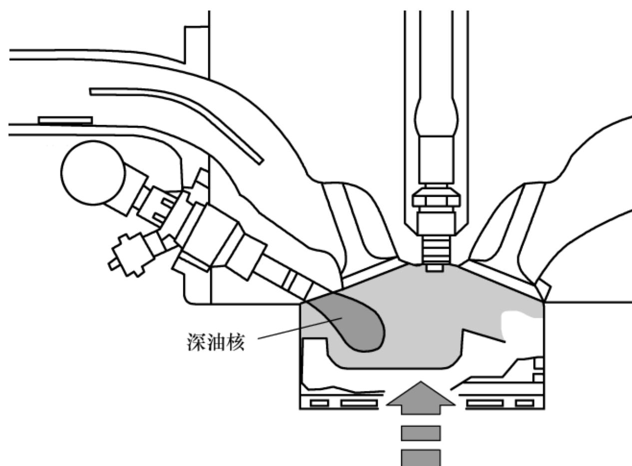
1. 燃油缸内直喷的结构	

（续）

<table>
<tr><td rowspan="6">2. 燃油缸内直喷油路</td><td colspan="2">发动机燃油系统采用无回油形式，系统由低压燃油泵、高压燃油泵、油压传感器、高压油管、油轨及喷油器组成。</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">（1）低压燃油系统</td><td>低压燃油系统由油泵控制单元（FPDM）通过高频信号控制低压燃油泵，通过油压传感器实现闭环控制。油路中具有单向阀，当油压达到 125kPa 时开启。标准的低压燃油压力范围为 380～620kPa。发动机怠速时，油压稳定在 320～340kPa。过压保护阀在 830－930kPa 时打开，泄放阀用于除去油管中的燃油蒸气。</td></tr>
<tr><td>
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">（2）高压燃油系统</td><td>高压燃油泵为单缸泵，由排气凸轮驱动，带有进油计量阀，泵油油压为 15000kPa。汽油在高压燃油泵中形成高压，经高压油管到达油轨，通过开启喷油器使得燃油能喷入气缸中。</td></tr>
<tr><td>

学习提示：
燃油缸内直喷技术油路采用两级串联燃油泵，低压油路为电动燃油泵，油压为 350kPa；高压燃油泵由凸轮轴驱动，使燃油油压不断增加，产生 15000kPa 的油压经喷油器高速喷入气缸形成旋转的燃气涡流。</td></tr>
</table>

（续）

<table>
<tr><td rowspan="5">3. 工作原理</td><td colspan="2">EcoBoost 缸内直喷系统根据发动机温度可以采用均质模式或催化器加热模式进行工作。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">（1）均质模式</td><td>当发动机在正常工作温度时，混合气按照均质工作模式产生。在这个模式下，空燃比为理论空燃比（14.7:1）。在均质模式下，燃烧方式很大程度上相当于一个非直喷发动机的工作模式。</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">（2）催化器加热模式</td><td>当发动机温度较低时，催化器加热模式可以用二次喷射为三元催化转化器提供快速加热。第一次喷射同均质工作模式一样从进气行程开始，第二次发生在压缩行程，当进气门关闭后快速喷射，这样就形成一个浓的油核围绕在火花塞周围。这种状态下点火时刻被推迟，这样尽可能多的燃烧余热可以进入排气管，从而使三元催化转化器迅速达到工作温度。</td></tr>
<tr><td></td></tr>
</table>

二、燃油缸内直喷技术控制系统的检修

1. 故障自诊断

学习提示：

发动机电控单元自诊断功能一般包括故障码读取、读取数据流、执行元件功能自测试等，在实际故障诊断中应灵活应用。

（1）数据流分析	燃油系统中燃油泵、油压传感器、油压调节阀、油泵控制单元（FPDM）及相关线路的故障，一般均可通过发动机控制单元（PCM）读取故障码，按故障码指引的内容进行检修。此外，发动机电控单元还提供相关数据流以备分析应用。
（2）执行元件功能自测试	利用福特专用诊断仪进入执行元件自测试功能进行测试喷油器和燃油泵的工作情况。

2. 系统油压及油泵的检测

（1）燃油系统泄压	燃油系统高压油路压力的检查可通过数据流读取，应在 15000kPa 左右。如果油压不正常，应先检查低压油路是否正常，再检查过压保护阀和高压燃油泵等工作情况。当需拆卸燃油系统时，注意高压系统须进行泄压。泄压方法如下： ① 将燃油压力调节阀电插头连接拔下，起动发动机并怠速运转约 10s，高压系统油压降低到大约 600kPa，熄火后应尽快打开高压系统，否则燃油系统压力可能由于不能及时泄压而再次升高。 ② 拔下低压燃油泵熔丝，起动发动机，观察数据流中系统油压值。当压力下降到 600～700kPa 时关闭发动机，否则会损坏催化转化器。打开高压系统完成维修后，注意清除故障码。
（2）燃油泵的检测	低压燃油泵由燃油泵控制单元（FPDM）输出频率信号进行按需调节，使低压燃油系统工作压力为 380～620kPa。
	① 在低压系统连接带有油路开关的燃油压力表，将油路开关关闭。 ② 打开点火开关起动发动机，读取燃油表压力值，应达到 620kPa，即低压限压阀打开的压力。停止运转后 10min，燃油系统残压应不低于 375kPa。在检测最大压力时，燃油泵最大工作电流应不大于 9A。

本项目小结

- 燃油缸内直喷技术由各种传感器输出信号经过发动机控制单元计算来控制喷油器的调节。
- 运用福特专用诊断仪进行故障码读取、读取数据流及电控元件的检测。
- 福特燃油系统低压燃油系统油压为 380～620kPa，燃油系统残压应不低于 375kPa。

第 5 堂课　发动机断缸技术



学习目标

1. 通过学习新雅阁 VCM 系统的结构与原理，掌握同类车型发动机断缸技术的检修知识要点。

2. 通过学习大众 ACT 系统的结构与原理及检修，掌握同类车型发动机断缸技术的检修知识要点。

项目一　新雅阁 VCM 系统



知识链接

VCM 系统（Variable Cylinder Management System）就是可变气缸管理系统，也称为发动机断缸技术。它可通过关闭个别气缸的方法，使得 3.5L V6 发动机在 3、4、6 缸之间变化，使得发动机排量也能在 1.75 ~3.5L 之间变化，从而大大节省燃油。

1）在起步、加速或爬坡等任何需要大功率输出的情况下，VCM 保证全部六个气缸同时工作。

2）在中速巡航和低负荷工况下，VCM 仅运转一个气缸组，即三个气缸，后排气缸组停止工作。

3）在中等加速、高速巡航和缓坡行驶时，VCM 将会用 4 个气缸来运转，即前排气缸组的左侧和中间气缸正常工作，后排气缸组的右侧和中间气缸正常工作。

重点掌握

- VCM 系统结构与原理
- VCM 系统的检修

一、VCM 系统结构与原理

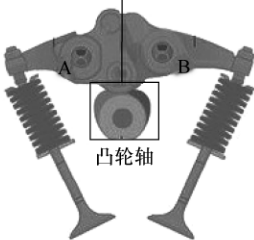
VCM 气门管理机构采用专用的一体式滑阀，这些滑阀与缸盖内的摇臂轴支架一样起着双重作用。根据系统电子控制装置发出的指令，滑阀会有选择地将油压导向特定气缸的摇臂。然后，该油压会推动同步活塞，实现摇臂的连接和断开。

（续）





位于气缸侧部的VCM控制元件
(摇臂油控制电磁阀)
VCM主要通过A和B两个连杆摇臂内
的同步活塞的断开来实现其功能



当VCM系统判断发动机需要变缸，那么VTEC系统会被命令率先调整点火正时、节气门开度以方便气缸开、闭能够平稳过渡。然后VCM通过VTEC系统向电子控制装置发出指令，使与缸盖内的滑阀有选择地将油压导向特定气缸的摇臂同步活塞，完成对摇臂连接和断开的控制，从而达到对进、排气门运行与停止的控制。同时，燃油控制系统会自动恢复、切断这些特定气缸的燃油供给

VCM 系统的基本工作原理是在车辆的运行过程中，根据车辆行驶的条件和发动机本身的工况，由 VCM 系统决定车辆实际参加工作的气缸数来改变发动机的排量。

学习提示：

1）当发动机在小负载下运行，如中等加速或高速公路巡航时，该系统会禁用前、后气缸组的 3 号和 4 号气缸，并用剩下的四个气缸运行发动机。

2）当小负载巡航或减速时，该系统会禁用后气缸组的 1 号、2 号和 3 号气缸，并用剩下的三个气缸运行发动机。

3）当需要动力时，系统会自动以 6 缸的方式运行，以提供最大性能。

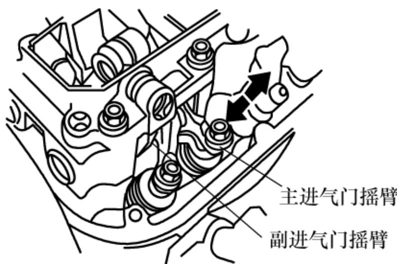
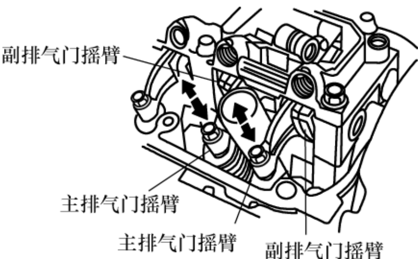
二、VCM 系统的检修

学习提示：

当发动机油压过低或同步活塞卡滞造成气缸控制故障时，VCM 停止工作，此时发动机以 6 缸工作模式运行，发动机故障灯点亮，并产生故障码。用 HDS 可以进行故障码查询、数据流分析和执行元件测试。

1. 故障码查询方法	1）打开点火开关至 ON（II）。
	2）使用 HDS 清除故障码（DTC）。
	3）使用 HDS 在测试菜单（INSPECTION MENU）中进行 VTEC 测试。
	4）使用 HDS 测试 DTC。

（续）

	1）起动发动机并使其运转 5min，然后将点火开关转到 LOCK（0）位。拆下 6 只火花塞，拆下气门室盖。
2. VCM 摇臂的测试	2）分别检查第 1 缸至第 6 缸的主、副进气门摇臂和主、副排气门摇臂是否能同时运动。 顺时针旋转曲轴带轮，观察主进气门摇臂（或主排气门摇臂）和副进气门摇臂（或副排气门摇臂）是否通过同步活塞被连接在一起，即观察主进气门摇臂（或主排气门摇臂）和副进气门摇臂（或副排气门摇臂）是否能同时运动。如果副进气门摇臂（或主排气门摇臂）独立运动，则拆下主进气门摇臂或副进气门摇臂总成（或主排气门摇臂和副排气门摇臂总成），检查、确认摇臂中的同步活塞能平稳移动后，更换主进气门摇臂和副进气门摇臂总成（或主排气门摇臂和副排气门摇臂总成），然后重新进行检查。  

一点通：

当摇臂油控制电磁阀电路故障时，应排除摇臂油控制电磁阀以及摇臂油控制电磁阀与 ECM/PCM 端子连接不良或松动故障，排除 ECM/PCM 与摇臂油控制电磁阀之间的导线断路或短路故障。

本项目小结

- VCM 系统由各种传感器输出信号经过发动机控制单元（ECM/PCM）计算后发出指令，控制 VCM 气门管理机构工作。
- 运用 HDS 可以进行故障码读取、读取数据流等及电控元件的检测。

项目二　大众 ACT 系统



知识链接

大众 ACT 系统（Active Cylinder Technology）就是主动气缸管理系统。当发动机工作转速在 1000～4000r/min 之间、车速在 130km/h 左右巡航时，四缸中的两个气缸将自动关闭以

达到最佳的燃油经济性。

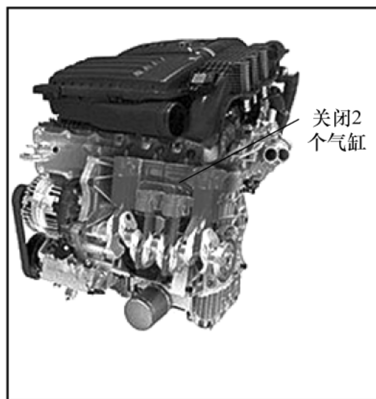
重点掌握

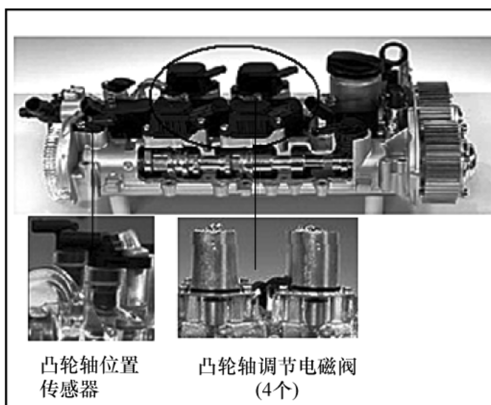
- ACT 系统结构与原理及控制
- ACT 系统的故障诊断方法

一、ACT 系统结构与原理

1. ACT系统结构

ACT 系统主要由 ACT 电子控制单元、凸轮轴位置传感器、凸轮轴调节电磁阀（4 个）及控制电路组成。



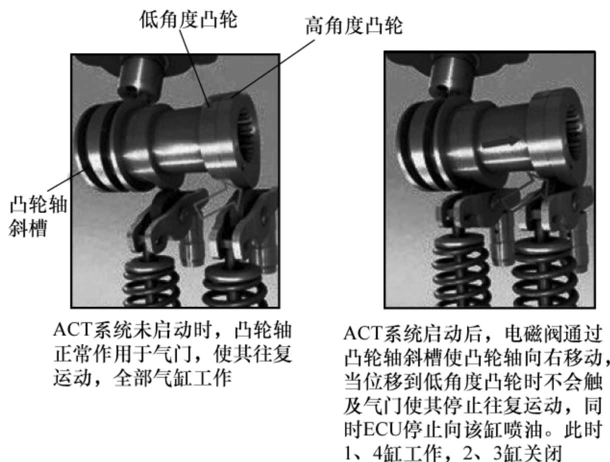


2. ACT系统原理

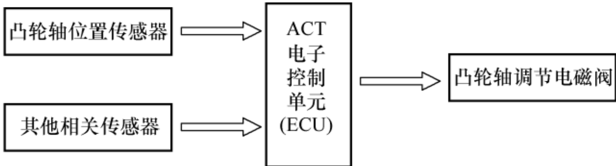
学习提示：

1）当 ACT 电子控制单元下达指令，让电磁阀中的针状物伸进双轨设计的凸轮斜槽，进而移动整根凸轮轴，让凸轮从原本顶压气门的位置挪开时，气门便暂时关闭，停止进气动作。

2）当 ACT 电子控制单元接收到气门恢复工作的指令时，负责重新开启电磁阀的另一根针状物便会工作，重新让凸轮回到原本位置上，再次提供发动机所需的空气与燃料。



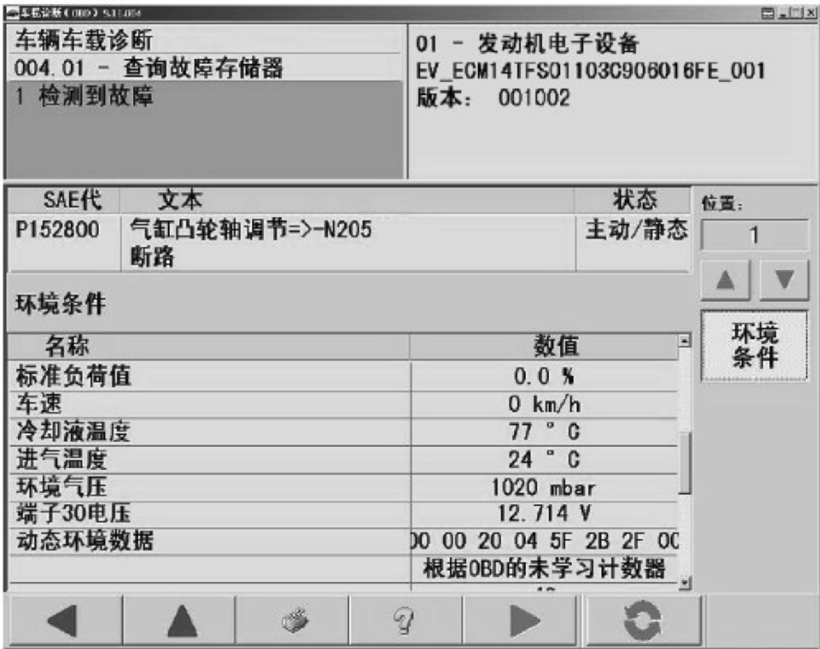
（续）

3. ACT系统控制	**学习提示：** ACT 电子控制单元接收来自凸轮轴位置传感器和其他相关传感器的信号，然后计算出发动机的运行情况向凸轮轴调节电磁阀发出控制指令，实现气缸关闭与开启的控制。 

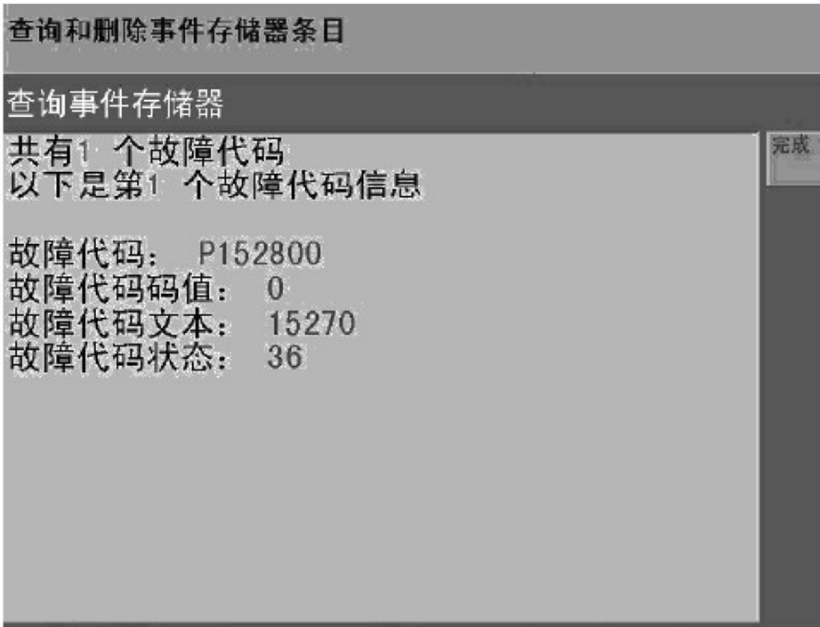
二、ACT 系统的故障诊断

学习提示：

ACT 系统主要运用在大众 EA211 发动机上。EA211 发动机诊断程序的通信协议为 UDS，诊断程序界面更直观易懂，可以读取故障码、数据块信息等。

1. 读取故障码显示	

（续）

2. 清除故障码	进入引导型功能模块删除故障信息。 
3. 读取数据	选择数据模块并读取后，在屏幕上清晰显示所选择的数据模块的数据值和相关信息。 

本项目小结

- ACT 系统由凸轮轴位置传感器和其他相关传感器输出信号，经过 ACT 电子控制单元计算后发出指令控制凸轮轴调节电磁阀来实现凸轮轴的调整。
- 运用大众故障诊断仪可以进行故障码读取、读取数据流等及电控元件的检测。

第 6 堂课　混合动力汽车



学习目标

1. 通过学习丰田混合动力汽车的结构与原理，掌握同类车型混合动力汽车的检修知识要点。

2. 通过学习本田混合动力汽车的结构与原理，掌握同类车型混合动力汽车的检修知识要点。

项目一　丰田混合动力汽车检修



知识链接

混合动力汽车（Hybrid Electric Vehicle，HEV）是在电动汽车上加入辅助动力单元，将电力驱动与辅助动力驱动结合起来，充分发挥两者相结合优势的电动汽车。电力驱动可采用直流电动机或三相同步（或异步）电动机，辅助动力可以采用燃烧某种燃料的原动机或动力发电机组。

重点掌握

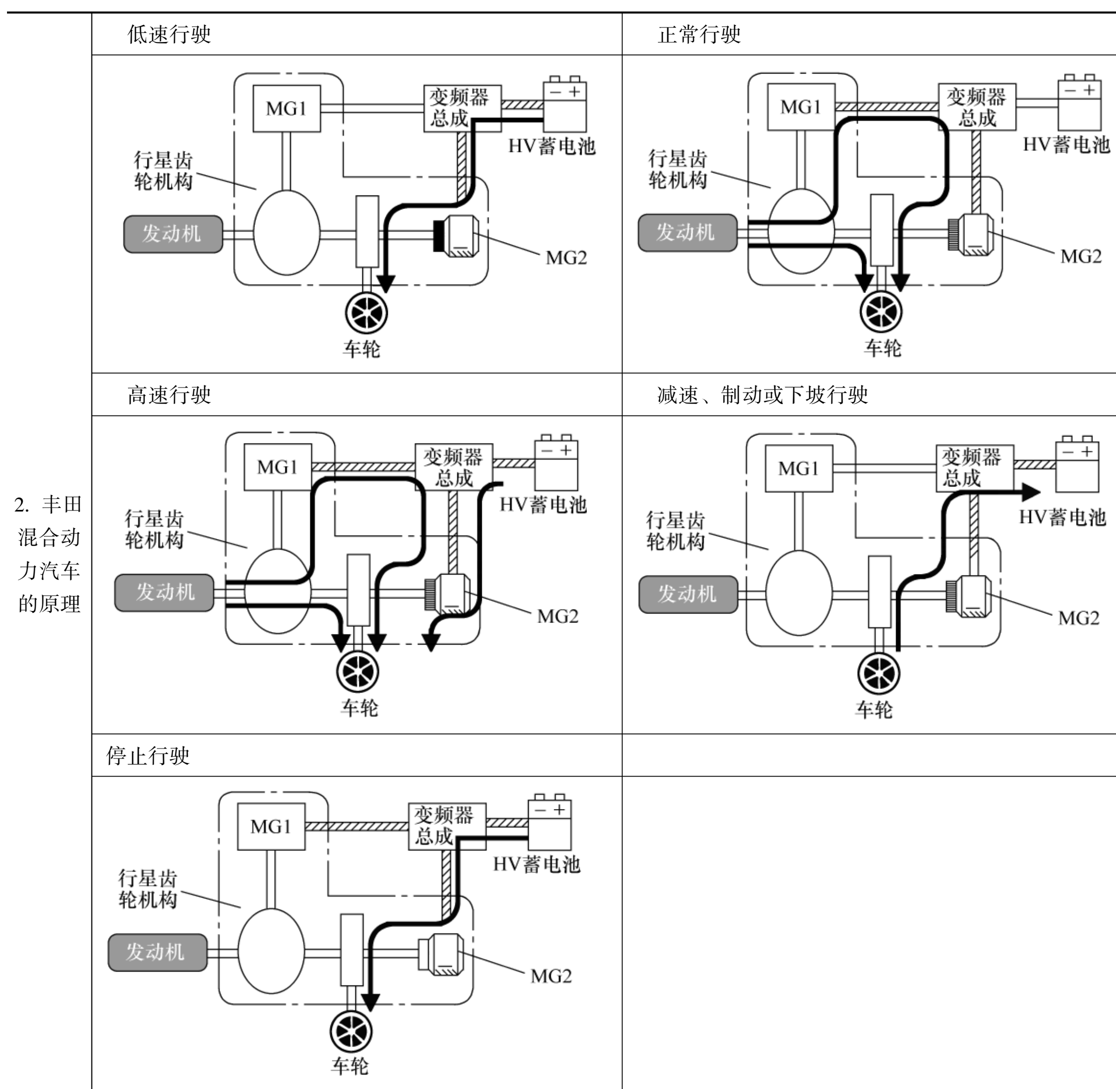
- 丰田混合动力汽车结构与原理
- 丰田混合动力辅助系统主要部件

一、丰田混合动力汽车结构与原理

1. 丰田混合动力汽车的结构	丰田混合动力汽车由发动机、HV 蓄电池、MG1（发电机）、MG2（发电机 / 电动机）、动力分配齿轮组（包括行星齿轮机构、减速机构等）及 HV ECU（动力控制单元）等组成。
	

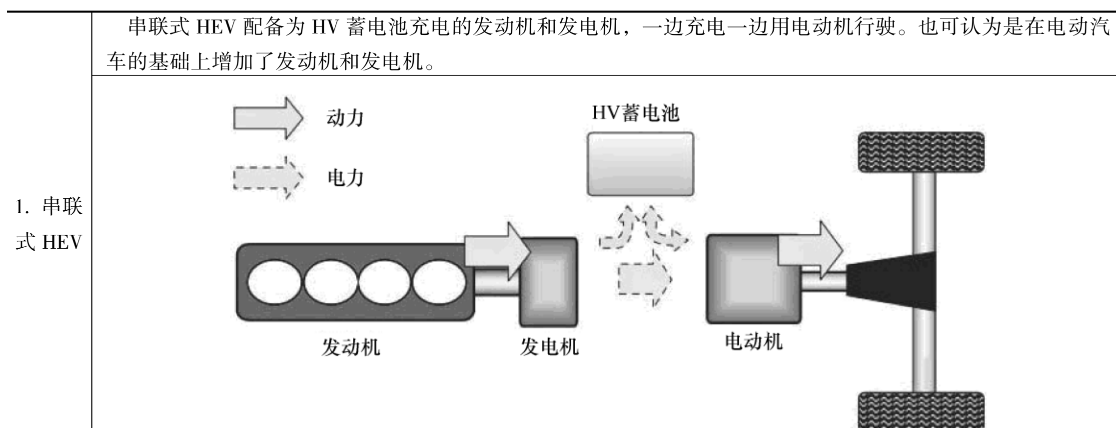
（续）

2. 丰田混合动力汽车的原理	低速行驶	正常行驶
	高速行驶	减速、制动或下坡行驶
	停止行驶	



二、丰田混合动力汽车结构形式

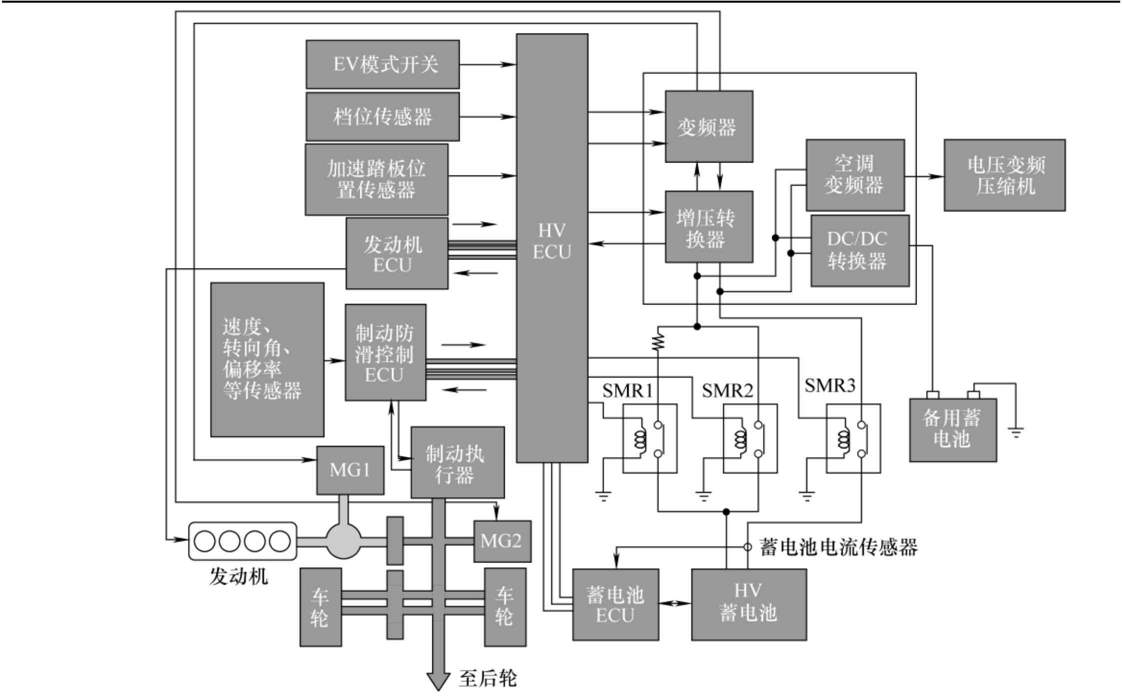
1. 串联式 HEV	串联式 HEV 配备为 HV 蓄电池充电的发动机和发电机，一边充电一边用电动机行驶。也可认为是在电动汽车的基础上增加了发动机和发电机。



（续）

1. 串联式 HEV	**知识链接** 串联式 HEV 的特点如下： ① 仅靠电动机行驶，因此与其他方式相比，电动机及发电机为高功率大型产品。 ② 将发动机动力全部转变为电力，因此能源效率略低。 ③ 驱动力控制及功率输出控制较简单。 ④ 发动机以稳定状态运转，因此比较容易实现尾气净化。
2. 并联式 HEV	并联式 HEV 并联配置发动机和电动机，可由两方供给行驶动力。在本田的 IMA 中，发动机和电动机采用直接连接，同时旋转。
	知识链接 并联式 HEV（直接连接）的特点如下： ① 只需在以往车型的发动机与变速器之间追加电动机，因此构成简单。 ② 电动机的功率输出只起辅助作用。几乎不进行 EV 行驶，因此电动机为小型产品。 ③ 电动机兼具发电机作用，因此再生电力只有储存到电池中后才能用于行驶。 ④ 通过在发动机与电动机之间夹入离合器，可进行 EV 行驶，但这时需要大功率电动机。
3. 混合式 HEV	混合式 HEV 的代表示例是丰田普锐斯等采用的“THSⅡ”（Toyota Hybrid System Ⅱ）。该方式利用行星齿轮机构综合发动机、MG1、MG2 三种动力源，根据行驶状态来组合这些动力源。
	知识链接 混合式 HEV 的特点如下： ① 具备串联方式和并联方式两者的优点，兼顾经济性和行驶性。 ② 系统效率较高，经济性提高显著。 ③ 系统及控制较复杂。

三、丰田混合动力辅助系统主要部件



丰田混合动力辅助系统主要部件		
1. MG1	MG1 由发动机带动产生高压电为 MG2 供电或为 HV 蓄电池充电，同时还可以作为起动机起动发动机。	
2. MG2	由来自 MG1 或 HV 蓄电池的电能驱动，为车辆提供动力。	
	制动期间产生电能为 HV 蓄电池充电。	
3. 行星齿轮机构	以适当的比例分配发动机驱动力来直接驱动车辆和发电机。	
4. HV 蓄电池	当起步、加速和上坡时，将制动时再次充入的电能提供给 MG2。	
5. 变频器总成	（1）变频器	用于将高压 DC（HV 蓄电池）转换为 AC（MG1 和 MG2），反之 AC 转换为 DC。
	（2）增压转换器	将 HV 蓄电池的最高电压从 DC 201.6V 增加到 DC 500V，反之从 DC 500V 降到 DC 201.6V。
	（3）DC/DC 转换器	将最高电压从 DC 201.6V 降到 DC 12V，为车身电气组件供电以及为备用蓄电池再次充电（DC 12V）。
	（4）空调变频器	将 HV 蓄电池最高电压从 DC 201.6V 降到 DC 12V，为空调系统电压变频压缩机供电。
6. HV ECU	接收各个传感器及各种控制单元（如发动机 ECU、蓄电池 ECU 等）的信息，然后计算驱动系统所需要的转矩和输出功率。	
	HV ECU 将控制指令发送给发动机 ECU、变频器总成、蓄电池 ECU 等。	
7. 发动机 ECU	接受来自 HV ECU 的目标发动机转速和所需的发动机动力，进而控制电子节气门控制系统。	

（续）

丰田混合动力辅助系统主要部件	
8. 蓄电池 ECU	监控 HV 蓄电池的充电状态。
9. 加速踏板位置传感器	将加速踏板角度转换为电信号并输出到 HV ECU。
10. 档位传感器	将档位转换为电信号并输出到 HV ECU。
11. SMR（系统主继电器）	由 HV ECU 控制蓄电池和变频器总成的高压电路。
12. 蓄电池电流传感器	检测蓄电池电流量。

四、丰田混合动力辅助系统故障诊断

1. 自诊断	**学习提示：** 如果丰田普锐斯混合动力控制系统发动机故障灯和主警告灯点亮，首先对车辆进行初步检查，然后用丰田检测仪读取车载电脑存储的故障码，查询 HV 系统（混合动力控制系统）的动态数据进行诊断。	
	（1）DTC 检查	1）将智能测试仪连接到 DLC3 上。 2）将点火开关转到 ON（IG）位置，打开测试仪。 3）选择以下菜单项目：Powertrain（传动系统）/Hybrid Control（混合动力控制系统）/ Trouble Codes（故障码）。 4）检查 DTC 输出。
	（2）DTC 清除	1）将智能测试仪连接到 DLC3 上。 2）将点火开关转到 ON（IG）位置，打开测试仪。 3）选择以下菜单项目：Powertrain（传动系统）/Hybrid Control（混合动力控制系统）/Trouble Codes（故障码）。 4）清除 DTC 输出。
	（3）读取数据流	1）将智能测试仪连接到 DLC3 上。 2）将电源开关置于 ON 位置，打开测试仪。 3）选择以下菜单项目：Powertrain（传动系统）/Hybrid Control（混合动力控制系统）/Data List（数据表）/Power Resource VB（HV 蓄电池电压）、VL – Voltage Before Boosting（增压转换器电压）、VL – Voltage After Boosting（DC / DC 转换器电压）。 4）读取数据表。
2. 维修注意	1）检查电动驱动系统高压电路之前，首先应拆下维修插销，然后等待 5min 后让变频器总成内的高压电容器完全放电。	
	2）使用万用表进行检测时，必须将万用表档位设定为 500V。使用档位高于 500V 的万用表检测将会导致正在检测的元件受损。	
	3）进行维修作业时必须戴手套，目的是防止静电的产生。	

一点通：

1）当 DC/DC 转换器工作性能不良时，则应更换变频器总成。

2）当 HV 蓄电池电路工作性能不良时，应首先排除 HV 继电器故障，必要时更换 HV 继电器总成。

3）当混合动力蓄电池电压系统绝缘故障时，应排除 HV 继电器总成、HV ECU、HV 蓄电池及带 DC/DC 转换器的变频器总成的故障。

本项目小结

- 丰田混合动力汽车由发动机、HV 蓄电池、MG1、MG2、动力分配齿轮组和 HV ECU 等组成。
- 丰田混合动力汽车的结构形式主要有串联式、并联式和混合式。
- 运用故障诊断仪读取车载电脑存储的故障码，查询 HV 系统（混合动力控制系统）的动态数据进行诊断。

项目二　本田 IMA 混合动力系统



知识链接

本田 IMA 混合动力系统（Integrated Motor Assist）是以 i－VTEC 发动机为主动力，以小型高效的电机辅助驱动，同时兼顾环保、节油性能和行驶性能。

IMA 混合动力系统的基本设计思路与理念是以发动机提供动力为主，电机作为辅助动力，特点是结构设计简单、重量轻、布局紧凑。目前本田公司已经拥有思域、Insight、CR－Z和飞度等多款混合动力车型。

重点掌握

- 智能动力单元（IPU）及 IMA 系统控制原理
- IMA 系统的检修

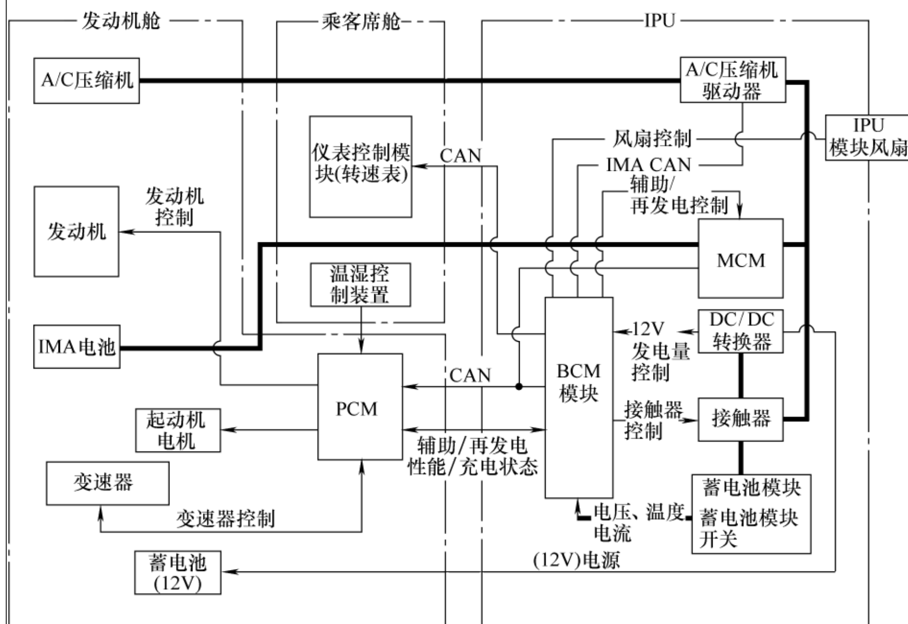
一、IMA 混合动力系统的基本构成

学习提示：

本田 IMA 混合动力系统主要由发动机、电机、CVT 变速器以及 IPU 这四个部分组成。

1. 发动机	 IMA 用发动机主要通过三项技术降低油耗，即可变气门正时和升程控制技术(i-VTEC)、双火花塞顺序点火技术(i-DST)、可变气缸管理技术(VCM)
2. 电动机	 IMA电机为三相超薄永磁同步电机，安装在发动机和CVT之间。电机给发动机提供辅助动力或在车辆低速状态下提供驱动力，也可以作为发电机在减速和制动时回收动能给电池充电 **知识链接：** IMA 电机通过使用偏线圈缠绕，提高了线圈缠绕密度，使电机最大功率和最大转矩分别增加了 50% 和 14%，转换效率由原来的 94. 6% 提高到 96%。
3. CVT 变速器	 通过CVT 无级变速，不但能够实现平稳的变速过程，而且同传统的固定档位自动变速器相比，能够使发动机和IMA电机工作在最优区域，从而提高了系统效率 **知识链接：** 新设计的起动离合器可以充分发挥 IMA 系统的优点，其在低速时接合能够提高起步加速性能和燃油经济性。

（续）

4. IPU	 IMA 系统的动力流向是通过IPU 来控制的。IPU 由动力控制器(PCU) 和电池系统集成。其中PCU 包括电池控制模块(BCM) 、电机控制模块(MCM)和电机驱动模块(MDM) **知识链接：** 1）BCM 主要监控电池剩余容量（SOC)、电池温度、电池保护需求等信息。通过温度传感器、电压传感器和电流传感器采集电池状态信息，计算电池 SOC，并将信息提供给 MCM，同时控制电池制冷风扇的运行。 2）MCM 用于计算电机应该达到的运行状态，主要功能包括：与发动机控制模块（ECM）通信，决定车辆的运行状态，同时将 IMA 系统中检测到的问题，传输给 ECM；与电池监控模块（BCM）通信，获得电池模块的荷电状态，用于保护电池模块和保持适当的电池电量平衡；与仪表板连接，始终显示 IMA 系统条件和运行状态的信息；与 MDM 连接来接收电机的整流信息，通过电压转换模块控制电机功率变换器（MPI）。 3）MDM 依据 MCM 请求，控制电机以电动机或发电机运行，以驱动车辆或给电池充电。通过 MPI 完成直流电和三相交流电的转换，控制三相电流的相位来确保电机的正确运行，并通过 DC/DC 转换器，完成电池和电机主流母线之间的电压转换。
5. IMA 系统控制原理	

二、IMA 系统的工作过程

（1）起步加速工况	发动机以低速配气正时状态运转，同时电机提供辅助动力，以实现快速加速性能。
（2）急加速工况	发动机以高速配气正时状态运转，此时电池给电机供电，电机与发动机共同驱动车辆，提高整车的加速性能。
（3）低速巡航工况	发动机四个气缸的进排气门全部关闭，发动机停止工作，车辆以纯电动方式行驶。
（4）轻加速或高速巡航工况	发动机以低速配气正时状态运转，此时发动机工作效率较高，单独驱动车辆，电机不工作。
（5）减速或制动工况	发动机关闭，电机此时以发电机方式工作，将机械能最大限度地转化为电能，存储到电池包中。车辆制动时，制动踏板传感器给 IPU 一个信号，计算机控制制动主缸中的伺服单元，使机械制动和电机能量回馈之间制动力协调，以得到最大程度的能量回馈。
（6）停车制动工况	发动机自动关闭，以减少燃料损失和排放，在制动踏板松开时自动起动发动机。

三、IMA 系统的检修

学习提示：

以本田思域轿车为例说明 IMA 系统的故障检修。

1. 故障自诊断

（1）读取故障码	1）起动发动机并检查 IMA 系统指示灯。
	2）如果 IMA 系统指示灯持续亮起，则关闭点火开关，然后将 HDS 连接在位于驾驶人侧仪表板下方的数据传输插头（DLC）上。
	3）打开点火开关至 ON（II）。
	4）在 HDS 上选择 IMA 系统（IMA SYSTEM）。
	5）检查并记录故障码（DTC）。同时，还要检查故障数据流。然后，参考 DTC 故障检修，并实施相应的故障处理程序。
（2）清除故障码	1）打开点火开关至 ON（II）。不要起动发动机。
	2）使用 HDS 清除 DTC。
（3）故障处理后程序	1）使用 HDS 清除 DTC。
	2）关闭点火开关。
	3）断开 DLC 与 HDS 的连接。
	4）如果 IMA 蓄电池电量指示灯（BAT）显示为零，则起动发动机并在无荷载的情况（驻车档或空档）下保持发动机转速为 3500～4000r/min，直至 IMA 蓄电池电量指示灯（BAT）至少显示三格电量。

2. 部件检修

（1）电机转子位置的校准	**一点通：** 更换 MCM、维修过程中更换或拆下电机转子位置传感器、更换 IMA 电机、更换电机定子、更换发动机总成以及更换变速器等操作都需要对电机转子位置进行校准。
	1）将 HDS 连接至驾驶人侧仪表板上的数据传输插头（DLC）。
	2）打开点火开关至 ON（II）。
	3）在 HDS 上选择 IMA 系统（IMA System）。
	4）使用 HDS 在调节菜单（Adjustment Menu）中选择电机转子位置校准（Motor Rotor Position Calibration）。
	5）关闭点火开关并从 DLC 上断开 HDS。
（2）MCM 升级	1）打开点火开关至 ON（II），但不起动发动机。
	2）将 HDS 或本田诊断模块（HIM）连接在位于驾驶人侧仪表板下方的数据传输插头（DLC）上。
	3）按照 HIM 标签上的说明在 CM 升级系统中进行 MCM 升级程序。
（3）替换 MCM	1）拆下 MCM。
	2）安装运行良好的 MCM。
	3）使用 HDS 在调节菜单（Adjustment Menu）中选择电机转子位置校准（Motor Rotor Position Calibration）。
（4）BCM 升级	1）打开点火开关至 ON（II），但不起动发动机。
	2）将 HDS 或本田诊断模块（HIM）连接在位于驾驶人侧仪表板下方的数据传输插头（DLC）上。
	3）按照 HIM 标签上的说明在 CM 升级系统中进行 BCM 升级程序。
（5）替换 BCM	1）拆下 BCM 模块。
	2）安装运行良好的 BCM 模块。

一点通：

1）当 BCM 模块系统电压过低时，应排除（BACK UP）熔丝与 BCM 模块导线之间的短路或断路故障。

2）MCM 系统电压过低。排除 MCM 端子之间连接不良或松动故障。

3）MCM 编程错误。应进行 MCM 升级程序或更换原来的 MCM。

4）BCM 模块编程错误。进行 BCM 升级程序或更换原来的 BCM。

5）BCM 模块与 MCM 通信故障。应排除 BCM 模块与 MCM 模块之间连接不良、松动或断路故障。

6）MCM 过热故障。应排除 IPU 模块风道、IPU 模块风扇或 IPU 盖的故障。

7）电机转子位置传感器电路故障。检查电机转子位置传感器与 MCM 端子之间是否连接不良或断路，必要时更换电机转子位置传感器。

8）MCM 内部电路故障。应更换原来的 MCM。

本项目小结

- IMA 混合动力系统主要由发动机、电机、CVT 变速器以及 IPU 组成。
- IPU 由 BCM、MCM 及 MDM 等组成。
- 运用 HDS 故障诊断仪读取故障码、清除故障码、查询 IMA 系统的动态数据。

第 7 堂课　电动汽车技术



学习目标

1. 通过学习电动汽车驱动系统结构与原理，掌握电动汽车电机的基本结构。

2. 通过学习三菱 i – MiEV 和荣威 E50 电动汽车驱动系统组成，掌握电动汽车的基本特点。

3. 通过学习电动汽车驱动系统故障检修，掌握电动汽车的检修常识。

项目一　电动汽车驱动系统结构与原理



知识链接

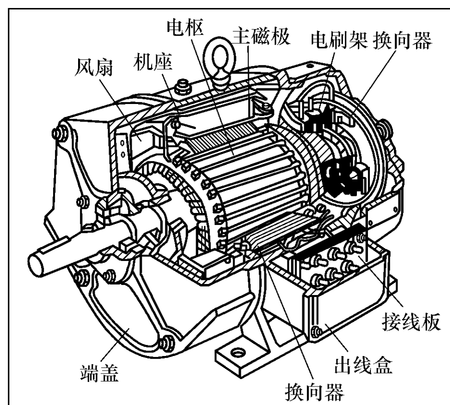
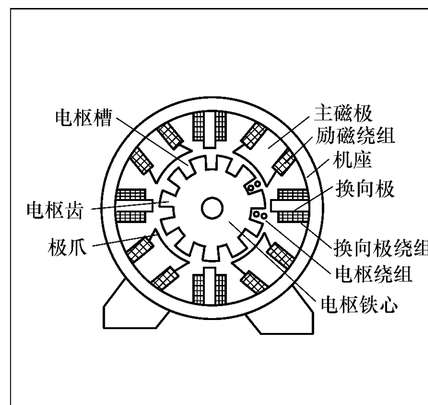
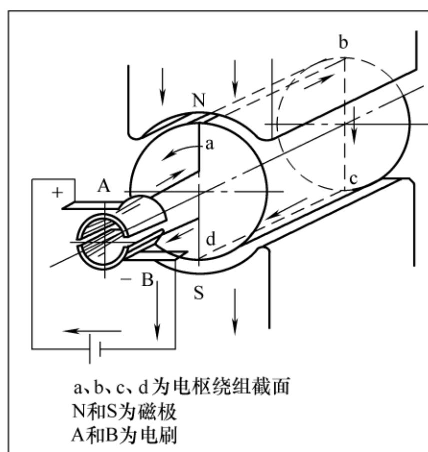
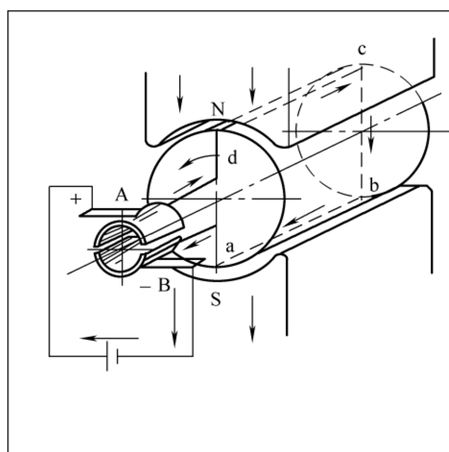
电动汽车是指以车载电源为动力，用电机驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的汽车。它以电机代替内燃机，由电机驱动而无需自动变速器。电动汽车的组成包括电力驱动及控制系统、驱动力传动系统等。电力驱动及控制系统是电动汽车的核心，由驱动电机、电源和电机调速控制装置等组成。

驱动电机是电动汽车的关键部件，目前在电动汽车上已应用的和有应用前途的有直流电机、三相异步电机和三相交流永磁同步电机等。

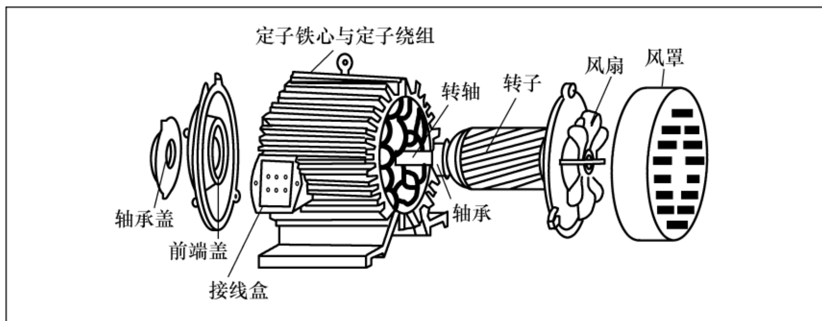
重点掌握

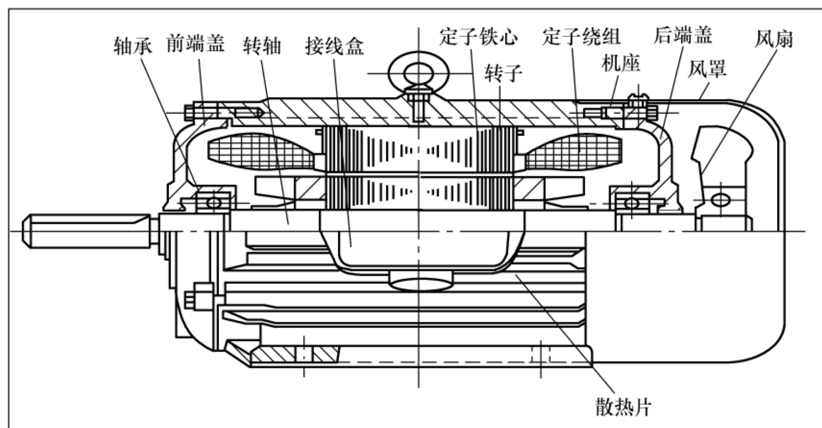
- 直流电机驱动系统结构与原理
- 三相异步电机驱动系统结构与原理
- 三相同步电机驱动系统结构

一、直流电机驱动系统结构与原理

1. 直流电机的结构	学习提示： 直流电机由定子、转子、端盖、电刷和电刷架等组成，它利用通电导体在磁场中受力的电磁原理制成。  内部结构  剖面图
2. 直流电机工作原理	直流电机的直流电源借助换向器和电刷的作用，使直流电机电枢绕组中流过的电流，方向是交变的，从而使电枢产生的电磁转矩的方向恒定不变，确保直流电机朝确定的方向连续旋转。  

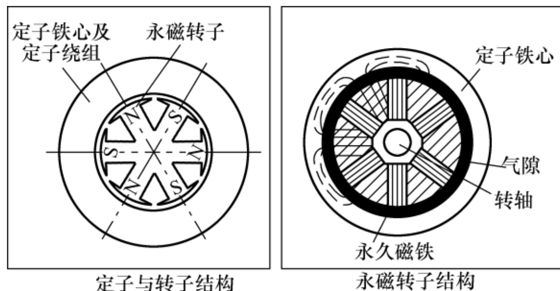
二、三相异步电机驱动系统结构与原理

<table>
<tr><td>1. 异步电机的结构</td><td>学习提示：
三相异步电机由定子和转子这两大基本部分组成，在定子和转子之间具有一定的气隙。此外，还有端盖、轴承、风扇、风罩和接线盒等附件。


分解图


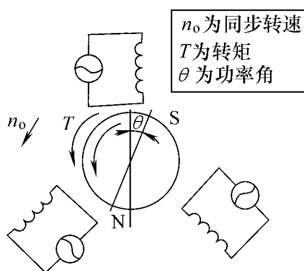
俯视图</td></tr>
<tr><td>2. 异步电机工作原理</td><td>在交流异步电机中，定子绕组流过依次相差 120°相位角的三相交流电时，产生旋转磁场。该旋转磁场在转子绕组中产生感应电动势，因绕组是闭合回路，因而产生感应电流。有电流的绕组导体在旋转磁场中产生电磁力，对转轴形成电磁转矩带动转轴转动。</td></tr>
</table>

三、三相交流永磁同步电机驱动系统结构与原理

<table>
<tr><td>1. 永磁同步电机的结构</td><td>学习提示：
永磁同步电机转子采用径向永久磁铁做成磁极，定子与绕线式电机定子绕组一样，通入交流电源即产生旋转磁场。因转子具有恒定磁场，由于旋转磁场的作用，而跟随旋转磁场同步旋转，旋转磁场速度取决于电源频率。


定子与转子结构　　永磁转子结构</td></tr>
</table>

（续）

2. 工作原理	**学习提示：** 电机的转子是永磁体，N、S 极沿圆周方向交替排列，定子输入交流电流产生旋转磁场，可以看做是以 n_0 旋转的旋转磁场。电机运行时，定子中存在旋转磁动势，转子像磁针一样在旋转磁场中旋转。 

本项目小结

- 直流电机由定子、转子、端盖、电刷和电刷架等组成。
- 三相异步电机由定子、转子、端盖、轴承、风扇、风罩及接线盒等附件组成。
- 三相交流永磁同步电机驱动系统主要部分是永磁转子、定子铁心和定子绕组。

项目二　典型的电动汽车驱动系统



知识链接

电动汽车驱动系统无内燃机汽车工作时产生的废气，不产生排气污染，对环境保护和空气的洁净十分有益，几乎是“零污染”。

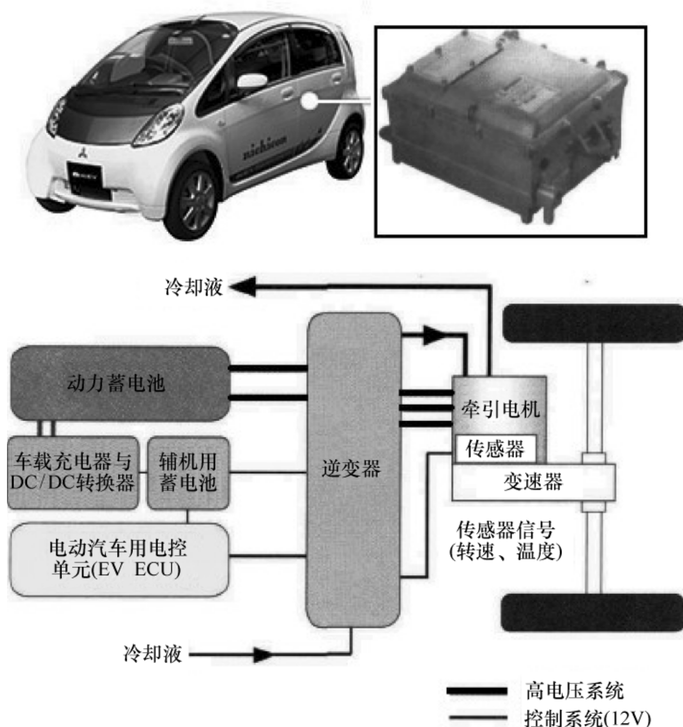
电动汽车采用电机中央驱动形式，直接借用了内燃机汽车的驱动方案，由发动机前置前驱发展而来，由电机、离合器、变速器和差速器组成。用电机驱动系统替代了内燃机，通过离合器将电机动力与驱动轮进行连接或动力切断，变速器提供不同的传动比以变更转速，差速器实现转弯时两车轮不同转速的行驶。

重点掌握

- i－MiEV 驱动系统组成及主要部件功能
- 荣威 E50 电动汽车电驱动系统主要部件位置及故障诊断系统
- 电动汽车驱动系统故障检修

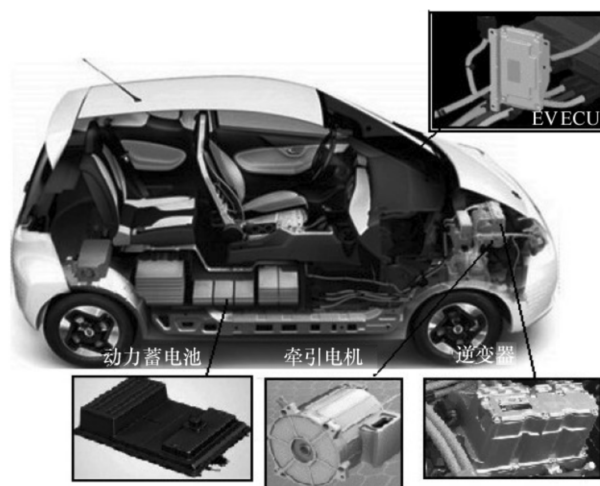
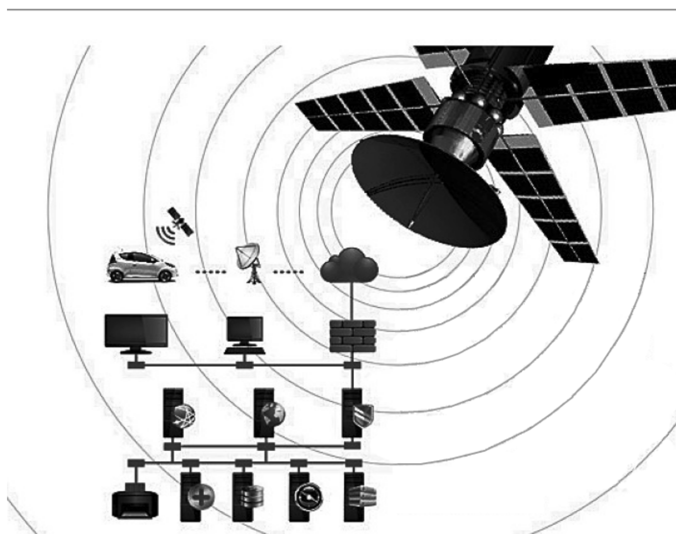
一、三菱 i－MiEV 电动汽车驱动系统

i－MiEV 电动汽车驱动系统主要由牵引电机、逆变器、动力蓄电池、车载充电器与 DC/DC 转换器、各种传感器及 EV ECU 等组成。



主要部件	
1. 牵引电机	牵引电机采用三相交流永磁同步电机，内部采用高磁力的钕磁铁，最高转速可达 8500r/min。
2. 逆变器	逆变器将来自动力蓄电池的直流电转换为交流电，根据驾驶人对加速踏板操作需要调节电流与电压，以控制牵引电机。当在制动能量回收时电机变成发电机工作，其产生的交流电经逆变器转换为直流电向动力蓄电池充电。
3. 动力蓄电池	动力蓄电池的总电压为 330V，能量为 16kW・h，是由相同的 22 个或 11 个蓄电池组串联而成的蓄电池模块。其中 4 个或 8 个 3.7V/50A・h 的单体电池串联构成蓄电池组。
4. 车载充电器与 DC/DC 转换器	i－MiEV 电动汽车搭载 AC100－200V 交流电普通充电用充电器。这种车载充电器与从 330V 动力蓄电池向辅机用蓄电池充电用的 DC/DC 转换器一起组成一个整体。
5. 传感器及 EV ECU	EV ECU 接收 i－MiEV 电动汽车各种传感器的信号，然后进行集中控制。

二、荣威 E50 电动汽车驱动系统

1. 驱动系统组成	**学习提示：** 1）动力蓄电池为磷酸铁锂电池，它没有记忆特性，拥有更高的充放电效率，适用于频繁充电的电动汽车。此外还具有温度控制系统，可以有效防止电池过热的现象。 2）牵引电机采用的是荣威自主研发的三相永磁同步电机，具有较高的稳定性。 3）逆变器和高低压直流转换器集成在一起构成集成式的电力电子箱。 
2. 远程实时安全监控系统	 当远程实时安全临控系统开启时，后台中心实时监控车辆的技术状态，一旦出现电池电量过低、车辆数据异常、系统报警等情况，后台会第一时间监控到异常，并同时反馈至车辆智能信息控制系统，点亮警告灯，提醒驾驶人车辆出现异常，应及时进行维修

三、电动汽车驱动系统故障检修

1. 一般维修

（1）充电要求	1）在充电作业的操作过程中，不允许周围的人接触操作员、车辆和供电设备。
	2）先将充电手柄与充电插座连接，再对充电装置进行操作。
	3）充电结束后，要先关闭充电装置，然后将充电手柄与车身分离，并将车身充电器盖盖好。
	4）当充电桩出现故障时，立即通知相关专业人员进行维修处置。
	5）下雨天也可进行充电，但在充电插拔过程中要注意对插拔充电手柄和充电器的遮雨防护。如果遇到雷雨等极端天气，建议停止充电作业。
	6）充电前需检查插座和插孔及导线状态是否良好。
	7）充电过程中，不允许插入钥匙并进行起动等操作。
	8）充电设备某些模块内部可能会产生火花，不要在加油站或有易燃气体或液体的地方进行充电作业。
（2）充电作业	1）选择 220V/16A，有可靠接地的三相插座。
	2）用手轻按慢速充电口小门右侧中间部位，小门轻微弹出，拉开小门。
	3）松开塑料卡扣。
	4）打开塑料盖。
	5）从行李箱的随车工具箱中取出 7 针/3 针交流充电线。
	6）将充电手柄与车身慢速充电口的充电插座相连。
	7）将 7 针/3 针充电插头接入家用电。
	8）当 7 针/3 针充电线连接完成后，仪表上红色充电连接指示灯会点亮。
	9）在充电过程中，仪表上黄色充电状态指示灯会闪烁。
	10）充电完成时，充电状态指示灯会停止闪烁。先拔出 7 针/3 针充电插头，再断开充电手柄与车身慢速充电口充电插座的连接。
	11）将车身慢速充电口塑料盖、慢速充电口小门依次盖好。
（3）高压蓄电池包的使用注意事项和限制条件	1）高压蓄电池包工作温度为 −20 ~ 45℃。
	2）车辆需要保持干燥，避免长时间在潮湿环境下停放，如积水的停车场所等。
	3）尽量采用车载充电器对车辆进行充电，应避免高压蓄电池包频繁使用快充。因为快充对高压蓄电池包寿命影响较大，快充次数每周不应超过两次。
	4）每个月至少使用车辆一次并对车辆进行均衡充电，慢充 8h，以保证高压蓄电池包寿命。在确定长时间不使用（超过 3 个月）时，确保高压蓄电池包电量在 50%（仪表上高压蓄电池包电量显示 3 格位置）左右进行存放；不允许车辆在高压蓄电池包电量低（仪表上高压蓄电池包电量显示 1 格位置）的情况下停放超过 7 天。
	5）高压蓄电池包在底盘位置，刮擦、碰撞后蓄电池包易受损，因此车辆在非正常路面行驶后，均需及时联系授权售后服务中心，检查高压蓄电池包是否有变形、外壳裂纹等情况。
	6）如果由于事故车身受损，需要修复或喷漆时，为避免高压蓄电池包人为损坏或起火，必须在卸除高压蓄电池包之后进行相关作业。

2. 故障检修方法

（1）直观法	当电动汽车电系的某个部分发生故障时，会出现冒烟、火花、异响、焦臭或高温等异常现象。通过人体的感觉器官，听、摸、闻、看等对汽车电器进行直观检查，进而判断出故障的所在部位，从而大大提高了检修速度。
（2）检查熔丝法	当汽车电系出现故障时，首先应查看熔丝是否完好。如汽车在行驶中，若某个电器突然停止工作，同时该支路上的熔断器熔断，说明该支路有接地故障存在。某个系统的熔丝反复烧断，则表明该系统一定有类似接地的故障存在，不应只更换熔断器了事。
（3）刮火法	刮火法又称试火法，通常应用于判断线束或导线有无断路。拆下用电设备的某一线头对汽车的金属部分（打铁）碰试，根据火花的有无，判断是否断路。 注意：刮火不宜用来检查汽车电子电路，以免损坏电子元器件。
（4）试灯法	用一个汽车灯泡作为临时试灯，检查线束是否断路或短路，电器或电路有无故障等。此方法特别适合于检查不允许直接短路的带有电子元器件的电器。 使用临时试灯法应注意试灯的功率不要太大，在测试电子控制器的控制（输出）端子是否有输出及是否有足够的输出时尤其要慎重，防止使控制器超载损坏。
（5）短路法	短路法又叫短接法，即用一根导线将某段导线或某一电器短接后观察用电器的变化。
（6）替换法	替换法常用于故障原因比较复杂的情况，能对可能产生的原因逐一进行排除。具体做法是：用一个已知是完好的零部件来替换被认为或怀疑有故障的零部件，这样做可以验证怀疑是否正确。若替换后故障消除，说明怀疑成立；否则，装回原件，进行新的替换，直至找到电动汽车真正的故障部位。

本项目小结

- i－MiEV 电动汽车驱动系统主要由牵引电机、逆变器、动力蓄电池、车载充电器与 DC/DC 转换器、各种传感器及 EV－ECU 等组成。
- 直观法、检查熔丝法、刮火法、试灯法、短路法及替换法是电动汽车驱动系统主要的检修方法。

第二部分　变速器技术

第 8 堂课　自动变速器



学习目标

1. 通过学习自动变速器 80－40LE 的内部结构与控制系统，掌握类似车型自动变速器的知识要点。

2. 通过学习自动变速器 80－40LE 控制系统的检修，掌握类似车型自动变速器控制系统检修的知识要点。

项目一　自动变速器组成



知识链接

自动变速器的型号很多，外部形状和内部结构也有所不同，但它们的组成基本相同，都是由液力变矩器和齿轮式变速器组合起来的。自动变速器常见的组成部分有液力变矩器、行星齿轮机构、离合器、制动器、油泵、滤清器、管道、控制阀体和速度调压器等。按照这些部件的功能，可将它们分成液力变矩器、齿轮变速机构、换档执行机构、液压控制系统和电子控制系统五大部分。

重点掌握

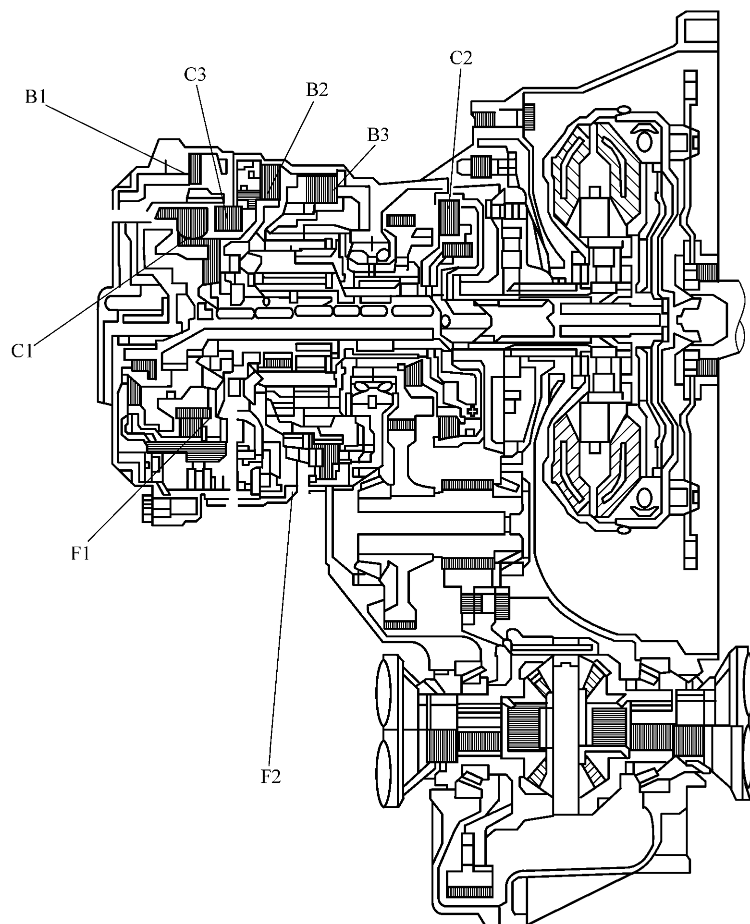
- 自动变速器 80－40LE 内部结构
- 自动变速器 80－40LE 控制系统主要部件的功能

一、内部结构

学习提示：

自动变速器 80－40LE 是日本爱信公司（Aisin AWCO. Japan）生产的。该款变速器是一种具有锁止机构的电子控制 4 速自动变速器，主要包括带锁止离合器的变矩器、新开发的 4 速行星齿轮装置、液压控制系统和电气控制系统。它通过变速器控制模块（TCM）实时监控车速以及发动机转速，控制换档变速的时机，实现自动换档功能，具有换档平顺、轻量化、小型化和可靠度高的特点。

80－40LE 自动变速器的总体构造由液力元件、机械传动装置、控制系统和主传动部件等几大部分组成。



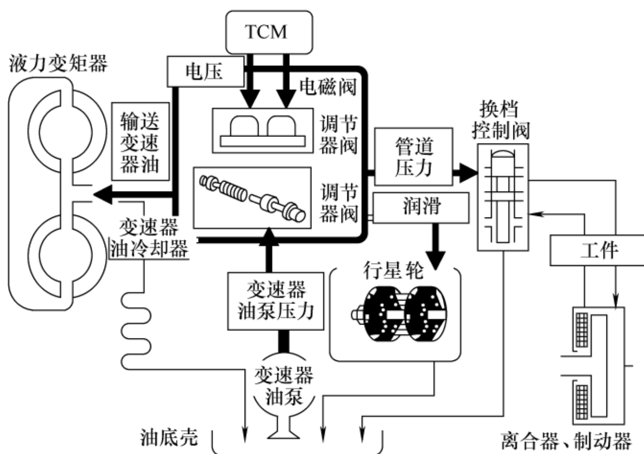
B1—超速档和 2 档制动器，锁定后太阳轮　B2—2 档制动器，锁定后太阳轮　B3—1 档和倒档制动器，锁定行星架　C1—前进档离合器，连接中间轴和前太阳轮　C2—直接档离合器，连接输入轴和行星架　C3—倒档离合器，连接中间轴和后太阳轮　F1—1 号单向离合器，当 B2 动作时，锁定后太阳轮的逆时针转动　F2—2 号单向离合器，锁定行星架的逆时针转动

二、控制系统

80－40LE 自动变速器的控制系统为电子液压混合控制，由电子控制系统和阀体两大部分组成。

学习提示：

电子控制系统包括传感器、变速器控制单元（TCM）和执行元件（电磁阀）三大部分。工作时由电磁阀控制阀体到用油元件的油路，以控制各档位。



主要部件

1. 变速器控制模块（TCM）

TCM 是整个控制系统的核心，它对收到的各种传感器及开关信号进行分析与计算，并与存储器中存储的数据进行比较，按照设定的控制程序对变速器当前的状态进行判断，并发出执行命令，控制相应的电磁阀打开油路，来执行不同的操作，进行档位变换。



学习提示：

TCM 安装在驾驶室台板下前壁板内，与发动机舱线束相连接。

2. 档位选择开关（NSW）

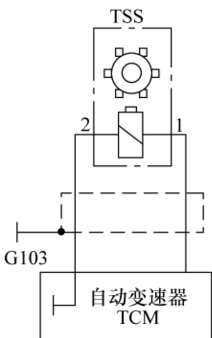
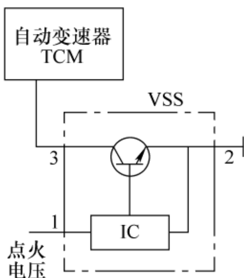
档位选择开关也叫驻车/空档开关，它位于变速器外部，套在手动阀拨轴上，变速杆通过拉索控制 NSW。TCM 通过 NSW 内不同触点的状态确定变速杆的位置。TCM 通过该信息控制管路压力、锁止离合器及换档电磁阀的工作。



学习提示：

NSW 的作用：①感知变速杆位置，并将此信号送给 TCM；②变速杆位于 R 位时接通倒车灯；③变速杆位于 P 位或 N 位时可以起动发动机，除此以外的档位起动机不工作。

（续）

3. 转速传感器（TSS）	4. 蜗杆式输出转速传感器（VSS）
转速传感器也叫变速器输入转速传感器，它位于变速器上部，是一个电磁式传感器，用于测量直接离合器 C2 的转速。又因 C2 直接由变速器输入轴驱动，故其转速即为输入轴的转速。	蜗杆式输出转速传感器是一个霍尔式传感器，它根据差速器的转速来检测车速。
	
转速传感器的工作原理是在永久磁铁上绕着线圈，输入轴带动离合器 C2 旋转，每转一周，在线圈中感应出 16 个交变的信号电压。在温度为 20℃ 时，其电阻值为 560～680Ω。	蜗杆式输出转速传感器的工作原理是每转一周感应出 4 个脉冲信号，并传递给 TCM。在检测时，可以先测量传感器的 1 号端子，由系统提供 12V 供电，2 号端子是接地端子，3 号端子输出信号电压。车轮每转一周，应有 4 次 0～12V的电压变化。
	
学习提示： TSS 的作用：①TCM 用该信号与车速传感器信号（VSS）一起计算出自动变速器的传动比。并利用这 2 个信号来确定换档时机，并进行换档时的油压调节，以减少换档冲击。②TCM 用该信号与发动机转速传感器信号（NE）一起计算出变矩器锁止离合器的滑动速度。	**学习提示：** VSS 的作用：①TCM 利用该信号和节气门信号一起确定换档曲线。②TCM 利用该信号和 TSS 信号一起计算出变速器的传动比。③TCM 利用该信号进行主油压调节。车辆低速档行驶时，变速器所传递的力矩较大，主油路压力要增高；车辆在高速行驶时，所传递的力矩较小，主油路压力可以降低。

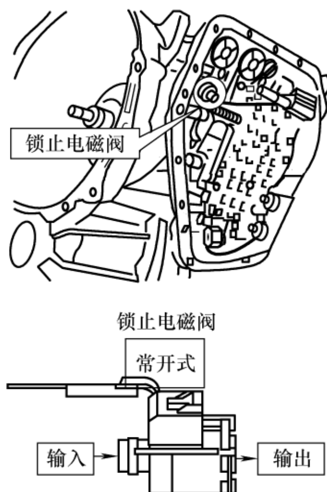
（续）

5. 液压控制系统及阀体	6. 压力控制电磁阀（SLT）
液压控制系统主要包括油泵与控制阀体。80－40LE 型自动变速器油泵位于变矩器和变速驱动桥壳体之间，由变矩器直接驱动。油泵通过滤清器吸入油液，并将油液输送到阀体等部件，作为液压控制系统和润滑、冷却油液的压力源。多余的油液返回油泵。	在自动变速器中，主油路压力对换档的平顺性、舒适性及各换档执行元件的正常工作都至关重要。如果主油路压力过高，就会产生换档冲击，并且还会消耗更多的能量和油耗；如果主油路压力过低，其内部的各个离合器、制动器就会因为打滑而烧坏。TCM 就是根据不同的行驶工况，通过 SLT 以脉冲调制的方式来调节变速器的油压，从而调节管路压力，减小换档引起的振动。在 20℃时，其电阻值为 5.0～5.6Ω。
	压力控制电磁阀
学习提示： 变速器的执行元件（各类电磁阀）全部安装在阀体上，TCM 和执行元件的连接是通过阀体线束来传递指令的。在阀体内部还有各种机械滑阀，通过电磁阀的动作来控制机械滑阀的位置，从而产生操纵换档元件所需的管路压力。此外阀体还控制变矩器锁止离合器的工作及变速驱动桥内部的润滑及冷却油液的循环。	**学习提示：** 压力控制电磁阀（SLT）位于阀体内，该阀在变速器控制模块（TCM）内实现内部接地。当蓄电池电压从变速器控制模块（TCM）通向压力控制电磁阀（SLT），再返回变速器控制模块（TCM）时，该阀工作。

（续）

<table>
<tr><th>7. 变矩器离合器锁止电磁阀（TCC）</th><th>8. 换档电磁阀（S1、S2）</th></tr>
<tr><td>

变速器控制模块（TCM）按照设定的控制程序，通过离合器锁止电磁阀来控制变矩器锁止离合器的接合与分离。TCC 电磁阀位于阀体上。

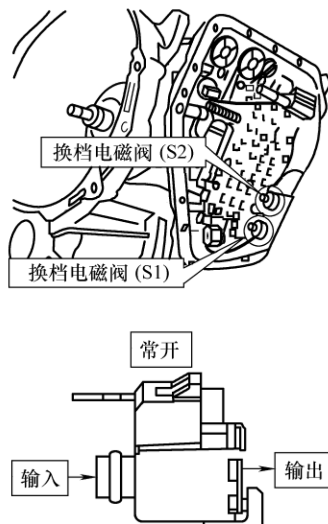


学习提示：

在以下情况下，变矩器锁止离合器不起作用：①使用制动时；②发动机冷却液温度低于 –40℃ 时；③变速器油温低于 –40℃ 时；④负荷信号为怠速时。

</td><td>

80 –40LE 型自动变速器有 4 个前进档，故需用 2 个换档电磁阀，以构成 4 种不同的 ON/OFF 组合。这 2 个换档电磁阀结构相同，都位于阀体上，分别为 S1 和 S2。



学习提示：

当发动机冷却液温度低于 –40℃ 或变速器温度低于 15 ℃ 时，变速器不能升入最高档（4 档）。在紧急模式下，TCM 将所有电磁阀（S1、S2、ST、SL、SLT）断电。当换档电磁阀 S1 和 S2 均为 OFF 时，变速器处于 3 档，这正是变速器的应急模式。

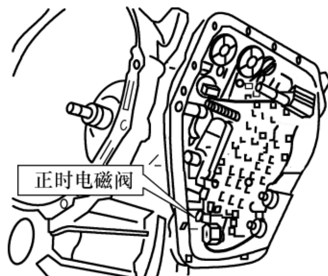
</td></tr>
<tr><th>9. 变速器油液温度（TFT）传感器</th><th>10. 正时电磁阀（ST）</th></tr>
<tr><td>

TFT 传感器是一个负温度系数热敏电阻（NTC），位于油底壳侧的阀体上。当油液温度升高时，TFT 传感器电阻降低；油液温度降低时，TFT 传感器电阻增大。

变速器控制模块（TCM）利用 TFT 传感器信号来调节主油路压力及控制变速器是否进入热保护模式。

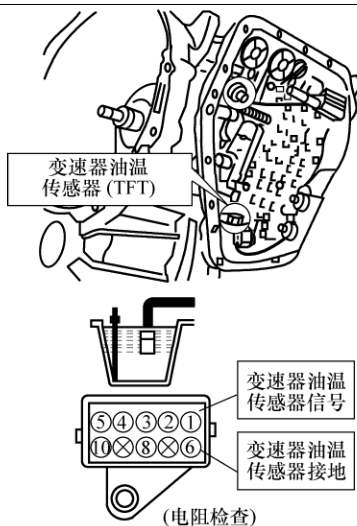
</td><td>

正时电磁阀（ST）位于阀体上，用于控制前进档离合器 C1 油液的供给与排放，以缓解从 3 档换入 4 档时的冲击，正时电磁阀由变矩器直接驱动。正时电磁阀同时控制前进档离合器 C1 的工作压力，以与最佳工况相匹配。出于安全考虑，当车速超过 9km/h 时，它可防止倒档齿轮啮合。

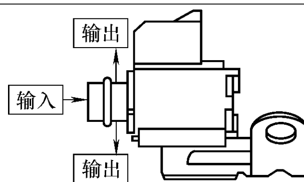


</td></tr>
</table>

（续）

<table>
<tr><td>9. 变速器油液温度（TFT）传感器</td><td>10. 正时电磁阀（ST）</td></tr>
<tr><td>


学习提示：

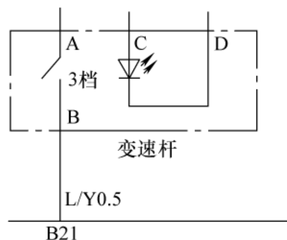
检测 TFT 传感器时，可用万用表电阻档测量变速器阀体线束插头端子1—6间的电阻值变化来判断。
</td><td>


学习提示：

ST 电磁阀通过来自变速器控制模块（TCM）的控制信号进行“通/断”操作来接合和分离前进档离合器，操纵液压控制。
</td></tr>
<tr><td>11. 3 档位置开关</td><td>12. 雪地模式开关</td></tr>
<tr><td>
以长安悦翔 80－40LE 自动变速器为例，变速杆位置采用蛇行设计，取消 OD/OFF 功能，组合仪表上不再显示“OD/OFF”指示灯。当点火开关 ON，自检期间仪表上液晶显示屏只显示档位信号，新增的变速杆 3 档功能取代该功能。

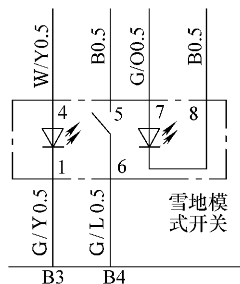
3 档位置开关在变速杆下部，它是一个触点开关。当变速杆在 3 档时，该开关接通，仪表 3 档指示灯点亮，提醒驾驶人变速杆在 3 档位置。





</td><td>
雪地模式开关安装在点烟器座旁边，当按下时，开关上的指示灯点亮，表示变速器按雪地模式运行。





</td></tr>
</table>

（续）

11. 3 档位置开关	12. 雪地模式开关
学习提示： 行驶中，最高档位锁定至 3 档（直接档），适用于上长坡时转矩的发挥，以增强爬坡能力。下长坡时有发动机制动作用以减少制动力衰减。	**学习提示：** 雪地模式主要用于雪地和湿滑路面，以 3 档起步防止起步时空转、打滑失控。

本项目小结

- 自动变速器由液力元件、机械传动装置、控制系统和主传动部件等组成。
- 自动变速器控制系统包括传感器、变速器控制单元和执行元件等。

项目二　自动变速器的检修



知识链接

自动变速器的检修原则主要包括以下内容：

1. 分清故障部位	分清故障是由发动机控制系统还是自动变速器液压控制系统或自动变速器机械系统（液力变矩器或行星齿轮机构）引起的。只有分清了故障部位，才能有针对性地去查找故障根源。
2. 执行自动变速器各检验项目检查	充分利用自动变速器基础检验、手动换档试验、液压试验、失速试验、时滞试验和电液控制系统工作过程检验，为查找故障提供思路和线索。
3. 利用自动变速器的故障自诊断功能	自动变速器的电控单元（ECU 或 TCM）内部有一个故障自诊断电路，它能不断地监测自动变速器控制系统各部分的工作情况，并能检测出控制系统中的大部分故障，将故障以代码的形式记录在 ECU 中。维修人员可以按照特定的方法将故障码从 ECU 中读出，为自动变速器控制系统的检修和故障诊断提供依据。
4. 借助维修资料进行诊断	在进行自动变速器诊断时，应先阅读有关故障检测指南、使用说明书和该车型的《自动变速器维修手册》，掌握必要的结构原理图、油路图、控制系统电路图等有关技术资料。

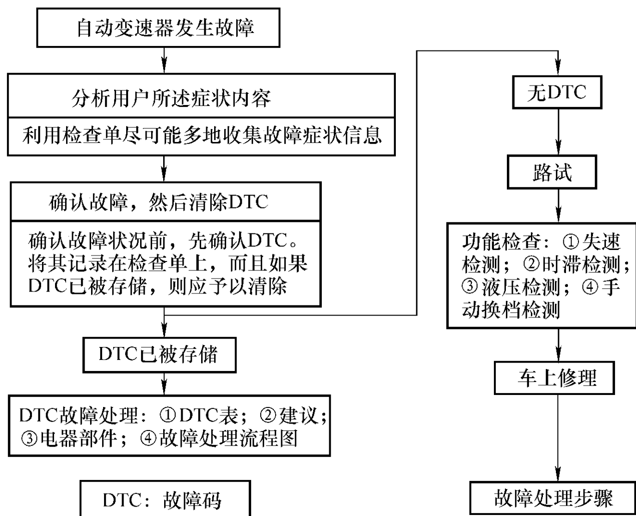
重点掌握

- 自动变速器故障诊断流程和故障码的读取与清除
- 故障的检修方法

一、控制系统的诊断

1. 故障诊断流程

自动变速器的故障诊断应按由简到繁、由外到内的顺序进行。具体操作步骤为验证故障现象、查询电控系统故障码与数据流、路试、功能检查、确定故障部位并进行修复。



自动变速器故障诊断流程

2. 故障码读取与清除

（1）故障码读取	1）打开点火开关至 ON，但不起动发动机。
	2）将 KT600 连接在位于驾驶席侧仪表板下方的数据传输插头（DLC）上。
	3）确保 KT600 与 TCM 通信。如果未通信，则处理 DLC 电路故障。
	4）打开诊断仪进入系统，选择系统信息并进行汽车故障诊断。
	5）检查并记录故障诊断代码（DTC）。然后，参考 DTC 故障检修，并实施相应的故障处理程序。
	知识链接： 汽车诊断仪金德 KT600 综合智能诊断仪是集多种功能于一体的新型诊断设备，包含了大多数原厂通信协议及控制器局域网（CAN）的通信协议，可扩充性强；配备超大容量的 CF 卡，可随意扩充升级程序，实时保存诊断结果；带有精密的微型打印机，可实时打印诊断报告；彩色大屏幕，触摸屏操作。 

（续）

（2）故障码清除	1）发动机停止运行时，通过 KT600 清除 DTC。
	2）关闭点火开关。
	3）打开点火开关至 ON，并等待 30s。
	4）关闭点火开关，并断开 DLC 与 KT600 的连接。

二、故障的检修方法

<table>
<tr><td rowspan="3">1. 时滞检测</td><td>时滞检测也称时滞试验，指在发动机怠速状态下，将变速杆由 N 位到 D 位，或由 N 位到 R 位时，可以感觉到车辆轻微振动的一段时间。</td></tr>
<tr><td>学习提示：
以 80－40LE 型自动变速器的时滞时间标准为例：由 N 位到 D 位的时滞时间间隔少于 0.7s。当时间间隔高于标准值时，可能原因是压力控制电磁阀（SLT）或主调压阀故障、离合器 C1 打滑、正时电磁阀（ST）故障或 D 位油路有泄漏；当时间间隔高于标准值时，可能原因是压力控制电磁阀（SLT）或主调压阀故障、离合器 C3 打滑、制动器 B3 打滑或 R 位油路有泄漏。</td></tr>
<tr><td>维修注意：
当进行时滞测试时，应保持间隔时间在 1 min 以上，以避免剩余油压的影响。时滞试验结果取 3 次测量的平均值。</td></tr>
<tr><td>2. 路试</td><td>路试的目的是验证并准确诊断故障症状，路试的变速器油温应处于热态。将变速杆移至 D 位，进行换档点试验，检查升档、降档、换低档和变速器锁止机构工作是否正常；检查发动机制动工作是否正常；检查变速器是否有异常振动、噪声和行驶不平顺现象。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3. 失速试验</td><td>失速试验是自动变速器故障诊断最常用的一种试验，通过检测在 D 位、R 位及 L 位时的失速转速，可以帮助区分故障是在发动机还是在变速器，并帮助分析发动机功率大小、液力变矩器性能好坏及变速器内换档执行元件是否正常。</td></tr>
<tr><td>学习提示：
变速器处于热态，将前、后车轮用三角木固定，同时使用行车制动器和驻车制动器，分别在变速器位于 R 位、D 位及 L 位时，将加速踏板踩到底，读取发动机最高转速以判断故障部位。80－40LE 型自动变速器的标准失速转速为（2390±15）r/min。
<table>
<tr><td>失速试验结果</td><td>故障分析</td></tr>
<tr><td>在 D 位和 R 位失速转速均低于标准值</td><td>发动机动力不足，变矩器单向离合器故障</td></tr>
<tr><td>仅在 D 位失速转速高于标准值</td><td>管路压力低（SLT/主调压阀故障），C1 打滑，F2 故障</td></tr>
<tr><td>仅在 R 位失速转速高于标准值</td><td>管路压力低（SLT/主调压阀故障），C3 打滑，B3 故障</td></tr>
<tr><td>在 D 位和 R 位失速转速高于标准值</td><td>管路压力低（SLT/主调压阀故障），油泵故障，机油滤网堵塞，各档位油压有泄漏</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>维修注意：
进行失速试验的时间不要超过 5s，各档位失速试验的时间间隔必须在 1min 以上。试验结束后，要让发动机再运转一会儿，使变速器油得到冷却。</td></tr>
</table>

（续）

<table>
<tr><td>4. 油压测试</td><td>80－40LE 型自动变速器油压测试孔位于变速器左侧前下方，测量时将油压表连接到检测孔上，分别在发动机怠速和失速时，将变速杆置于 D 位和 R 位测量。
<table>
<tr><td colspan="3">主油压标准值</td></tr>
<tr><td>变速杆位置</td><td>怠速时油压/kPa</td><td>失速时油压/kPa</td></tr>
<tr><td>D 位</td><td>370～410</td><td>1000～1170</td></tr>
<tr><td>R 位</td><td>590～680</td><td>1580～1830</td></tr>
</table>
<table>
<tr><td>油压测试结果</td><td>故障分析</td></tr>
<tr><td>在 D 位和 R 位均低于标准值</td><td>管路压力控制电磁阀（SLT）故障，主调压阀故障，机油泵故障，机油滤网堵塞，各档位油路有泄漏</td></tr>
<tr><td>仅在 D 位低于标准值</td><td>D 位油压回路故障，离合器 C1 故障</td></tr>
<tr><td>仅在 R 位低于标准值</td><td>R 位油压回路故障，B3 打滑，C3 故障</td></tr>
<tr><td>在 D 位和 R 位均高于标准值</td><td>管路压力控制电磁阀（SLT）故障，主调压阀故障</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>5. 驻车／空档开关（NSW）的检查与调整</td><td>将变速杆由 N 位拨至其他档位，检查变速杆的操作是否顺畅和准确，检查指示灯是否在相应的档点亮，检查起动机是否只在 P 位或 N 位才能起动，否则调整空档开关的位置。调整时，将变速杆置于 N 位，拆卸换档拉索，松开驻车／空档开关的固定卡子，进行调整。</td></tr>
<tr><td>6. 变矩器安装位置的检查</td><td>在安装变矩器时，需注意变矩器与油泵的 2 个定位销的位置，如果位置不正确，在装配时可能损坏变矩器或油泵。</td></tr>
</table>

本项目小结

- 自动变速器检修主要包括验证故障现象、查询电控系统故障码与数据流、路试、功能检查、确定故障部位并进行修复。
- 时滞检测、路试、失速试验、油压测试是自动变速器检修的主要手段。

第9堂课　无级变速器



学习目标

1. 通过学习 XTRONIC CVT－M6 无级变速器的结构与工作原理，掌握类似车型无级变速器结构与工作原理的知识要点。

2. 通过学习无级变速器电子元件的诊断与检修，掌握类似车型无级变速器检修的知识要点。

项目一　无级变速器结构与工作原理



知识链接

无级变速技术简称 CVT（Constant Variable Transmission），它将自动变速器多档化的思路转变为“无档化”，采用传动带和工作直径可变的主、从动轮相配合来传递动力，可以实现传动比的连续改变，从而得到传动系统与发动机工况的最佳匹配，提高整车的燃油经济性和动力性，改善驾驶人的操纵方便性和乘员的乘坐舒适性。

CVT 技术与传统的手动和自动变速器相比具有明显的优势，主要表现如下：

1）结构简单，体积小，零件少，大批量生产后的成本低于当前普通自动变速器的成本。

2）工作速比范围宽，容易与发动机形成理想的匹配，从而改善燃烧过程，进而降低油耗和排放。

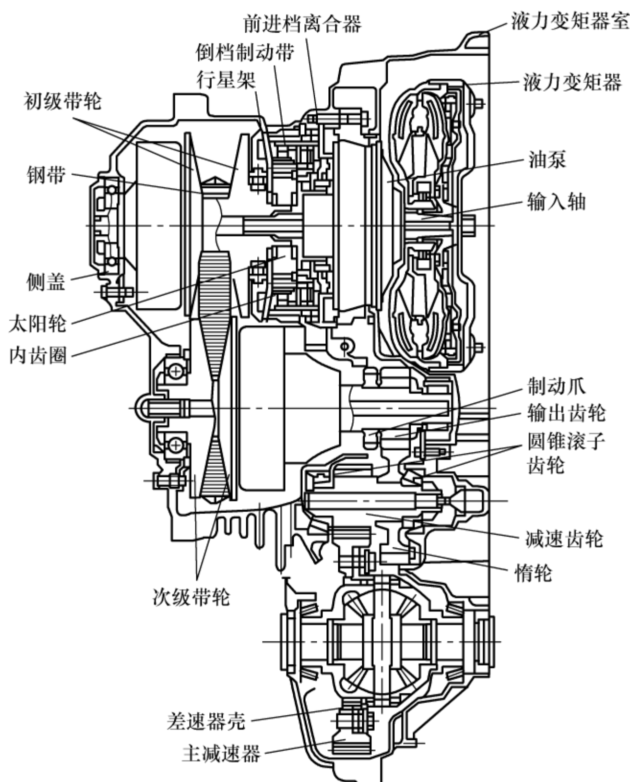
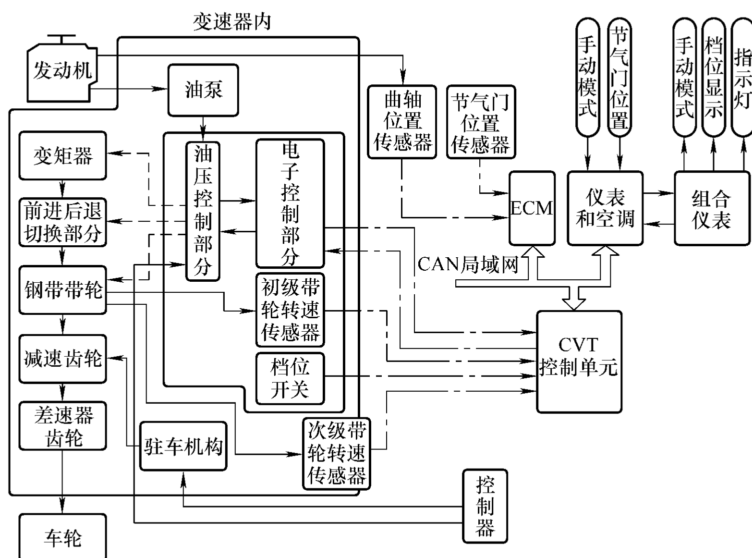
3）具有较高的传送效率，功率损失少，经济性高。

此外 CVT 技术也有它的弱点，比如传动带容易损坏，无法承受较大的载荷等。目前 CVT 技术发展得相当迅速，尤其是在混合动力汽车上具有广泛的前景。

重点掌握

- 无级变速器整体结构和系统构成
- 无级变速器钢带及带轮的工作原理和变速比控制原理

一、无级变速器结构

<table>
<tr>
<td rowspan="2">1. 整体结构</td>
<td>REOF09A 型无级变速器在液力变矩器与初级带轮之间设置了行星齿轮式的前进档、倒档转换装置，液力变矩器的动力通过输入轴输入，通过油压控制离合器来进行前进档与倒档的切换。因为 D 位和 N 位的控制油压不同，因此在行驶过程中不允许由 D 位直接挂到 N 位。</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>2. 系统构成</td>
<td>
</td>
</tr>
</table>

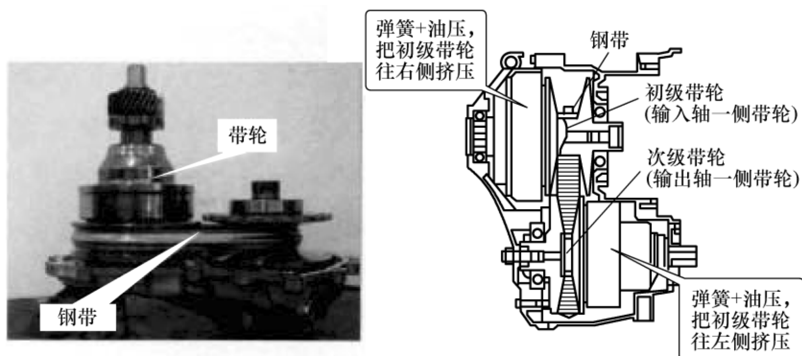
二、无级变速器的工作原理

1. 钢带及带轮的工作原理

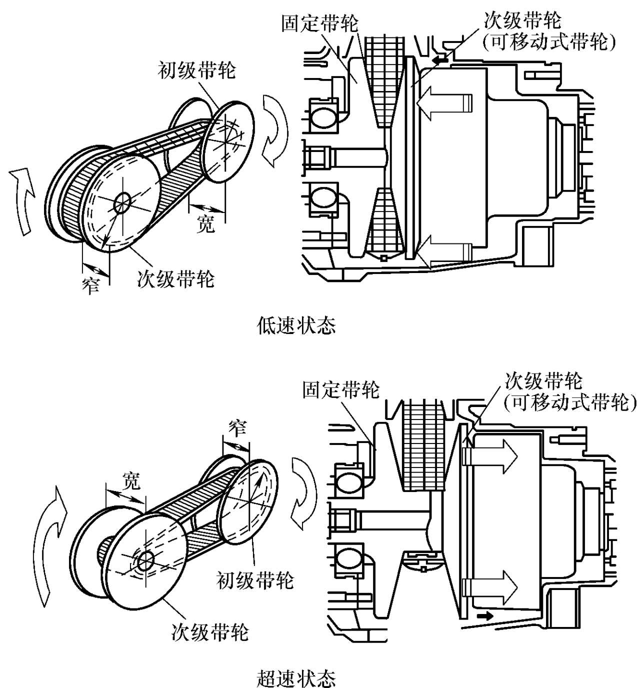
知识链接：

钢带及带轮由槽宽可在轴向方向自由变化的一对带轮，与不间断连接的钢片而且用多层钢环引导的钢带构成。

工作时通过调整钢带与带轮的卷绕半径，从低速状态到超速传动状态进行连续无级的变化，槽的宽度由初级带轮与次级带轮的油压来控制。



2. 变速比控制原理



把发动机负荷（加速踏板开度）、初级带轮转速和次级带轮转速（车速）作为输入信号来改变初级带轮、次级带轮的工作压力，控制带轮的槽宽，以实现变速比的调节。

当初级带轮槽变宽，次级带轮槽变窄时，CVT 处于低速状态；当初级带轮槽变窄，次级带轮槽变宽时，CVT 处于超速状态。

知识链接：

CVT 的变速比调节是根据车速信号和加速踏板位置信号，然后由步进电动机决定初级带轮中可移动式带轮的位置来进行的。

本项目小结

- 无级变速器由初级带轮、次级带轮、液力变矩器和各种传感器等组成。
- 变速比控制主要是通过初级带轮和次级带轮来改变。
- CVT 的变速比调节由步进电动机决定初级带轮中可移动式带轮的位置来决定。

项目二　无级变速器的检修



知识链接

无级变速器的检修应注意相关的事项，具体如下：

1）依据故障现象首先用故障诊断仪对 CVT 控制系统进行检测，并查看相关数据流，了解故障情况。

2）在发动机运转的情况下工作时，应将变速杆放到 P 位，并拉紧驻车制动器。

3）在拆下后端盖或者没有无级变速器油（ATF）的情况下，不能起动发动机，并且不得牵引车辆。安装完成后要检查油位。

4）每次分解 CVT 时都必须更换密封环、密封圈及密封垫。在拆出密封垫后，检查壳体或者轴承上的接触面是否有因拆卸而产生的毛刺或损坏。

5）拆卸下来的零件要放在干净的垫子上并盖好，不得使用含纤维的抹布。如果不马上进行维修，则必须将打开的部件小心盖好或者密封起来。

6）CVT 盖子和壳体的固定螺栓或螺母必须交叉松开和拧紧。拧紧力矩适用于未涂油的螺母和螺栓。每次都要更换自锁螺母和螺栓。

重点掌握

- 无级变速器自诊断系统
- CVT 油压与失速测试方法及步骤

一、无级变速器诊断系统

1. 自诊断系统	通过在组合仪表内“CVT”指示灯的点亮或闪烁，对无级变速器是否发生故障进行诊断。在电气系统存在故障的情况下，将点火开关接通 2s 后，进入每秒 2 次，共延续 8s 的间隔闪烁阶段。然后输入自诊断开始信号，按照闪烁次数显示读取故障信息的存储代码。
	维修注意： 即使不进行自诊断操作，但“CTV”指示灯总是以 1Hz 频率继续闪烁时，则应该考虑电控单元发生故障。当点火开关多次接通/ 断开，指示灯继续闪烁时则必须更换电控单元。
2. 自诊断操作	1）起动发动机进行暖机。
	2）将点火开关接通/断开 2 次以上，然后停留在断开位置上。
	3）确保变速杆位于 P 位，接通点火开关，确认“CVT”指示灯点亮 2s。
	4）将点火开关处于断开状态。
	5）踩下制动踏板，松开加速踏板，在这种状态下，将变速杆挂入 D 位。
	6）接通点火开关。
	7）松开制动踏板，将变速杆挂入 L 位。
	8）用左脚踩制动踏板，与此同时，用右脚踩加速踏板全开，在这种状态下，将变速杆挂入 D 位。
	9）读取“CVT”指示灯的闪烁代码，诊断结束。
3. 自诊断清除方法	对于复现性低的故障，为了找出其症结，控制系统把故障信息存储在电控单元中，即使点火开关多次接通或断开，存储信息也不消除。但是，应用自诊断功能进行自诊断后，当点火开关断开后，则存储信息消失。

二、无级变速器主要部件检修

1. 无级变速器各压力控制电磁阀的检修

（1）无级变速器各压力控制电磁阀的位置	1—锁止/选档切换电磁阀（ON/OFF 开关） 2—TCC 锁止控制电磁阀 3—次级压力控制电磁阀 4—管路压力控制电磁阀（线性电磁阀） 5—初级带轮转速传感器
（2）管路压力控制电磁阀测试	1）在空档/怠速时使用万用表测量控制电流，约为 0.8A，控制电压为 5～7V，否则应更换该电磁阀。
	2）在失速时使用万用表测量控制电流，约为 0.3～0.6A，控制电压为 1.0V，否则应更换该电磁阀。
（3）TCC 锁止控制电磁阀测试	1）在不锁止状态下使用万用表测量控制电流，约为 0.2～0.4A，控制电压为 1.5V，否则应更换该电磁阀。
	2）在锁止状态下使用万用表测量控制电流，约为 0.4～0.6A，控制电压为 6.0V，否则应更换该电磁阀。

2. CVT 油压的检修

（1）无级变速器测压口的位置	管路压力 前进档离合器压力 初级带轮油压

（续）

<table>
<tr><td rowspan="7">（2）管路压力测试</td><td colspan="3">1）在空档/怠速时使用油压表测量管路的油压，应为 750kPa，否则说明油压过低，应检修 CVT。
2）在失速时使用油压表测量管路的油压，应为 6000kPa，否则说明油压过低，应检修 CVT。
知识链接：
1）检查发动机机油量，必要时添加到规定位置。
2）驾驶车辆行驶大约 10min 以暖机，使 CVT 油液温度达到 50～80℃。检查 CVT 油液量，必要时添加到规定位置。
3）CVT 油液预热后，取下油压检测塞，并安装油压表。使用油压表时，务必在油压检测塞上附加 O 形圈。
4）牢固地拉上驻车制动，使车轮无法转动。
5）起动发动机，然后在怠速状态下测量管路压力。在测量过程中，要始终保持完全踩下制动踏板。
6）测量结束后，安装油压检测塞。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">空档/怠速</td><td>所有档位（P、R、N 和 D）都低</td><td>可能的原因包括压力供给系统故障和油泵油量低。
① 油泵磨损。
② 调压阀或柱塞堵塞或弹簧疲劳。
③ 机油集滤器油泵调压阀通道发生机油泄漏。
④ 发动机怠速过低。</td></tr>
<tr><td>仅在特定位置比较低</td><td>可能原因包括管道或者与手动阀相连接的部件发生油压泄漏。</td></tr>
<tr><td>所有档位（P、R、N 和 D）都高</td><td>可能原因包括传感器故障或管路压力调节功能故障。
① 加速踏板位置信号故障。
② CVT 油液温度传感器故障。
③ 管路压力电磁阀故障。
④ 调压阀或柱塞卡住。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">失速</td><td>怠速时油压不够高</td><td>可能原因包括传感器故障或压力调节功能故障。
① 加速踏板位置信号故障。
② TCM 故障。
③ 管路压力电磁阀故障。
④ 调压阀或柱塞卡住。</td></tr>
<tr><td>压力升高，但没有升到标准位置</td><td>可能原因包括压力供给系统故障和压力调节功能故障。
① 加速踏板位置信号故障。
② 管路压力电磁阀故障。
③ 调压阀或柱塞卡住。</td></tr>
<tr><td>仅在特定位置比较低</td><td>可能原因包括管道或者与手动相连接的部件发生油压泄漏。</td></tr>
</table>

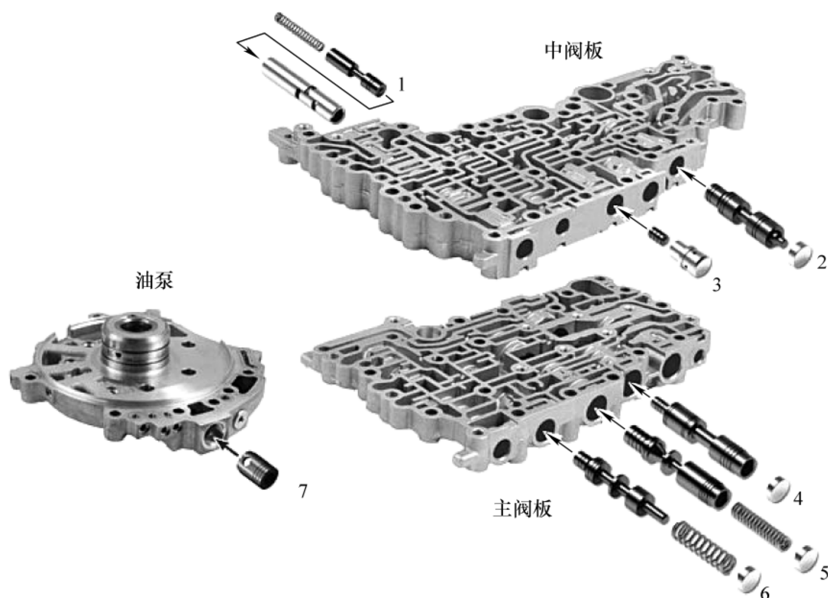
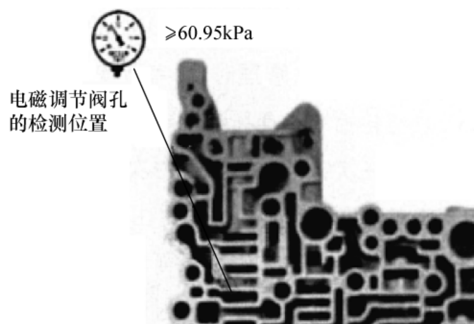
（续）

（3）初级带轮油压测试	使用油压表测量初级带轮油压，应为 500～3000kPa，否则说明油压异常，应检修 CVT。
（4）次级带轮油压测试	使用油压表测量次级带轮油压，最大应不超过 6000kPa，否则说明油压异常，应检修 CVT。

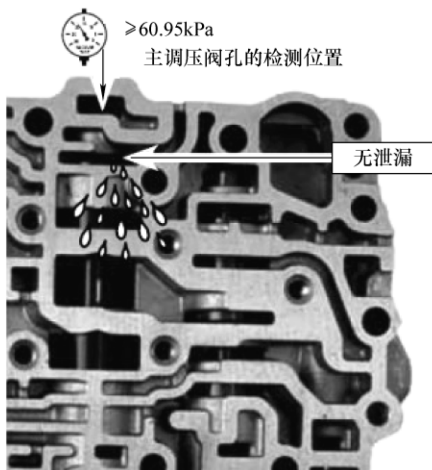
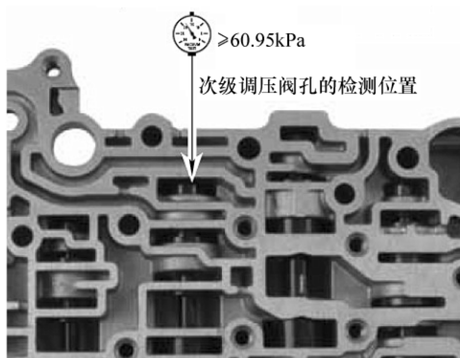
3. 失速测试

1）检查发动机机油量，必要时添加到规定位置。
2）驾驶车辆行驶大约 10min 以暖机，使 CVT 油液温度达到 50～80℃。检查 CVT 油液量，必要时添加到规定位置。
3）可靠地拉上驻车制动器，使车轮无法转动。
4）将转速表安装在测试过程中驾驶人能够看到的位置。
5）起动发动机，踩下制动踏板，将变速杆放在 D 位。
6）使用行车制动时，要慢慢踩下加速踏板。
7）快速记下失速转速，然后快速松开加速踏板。 **维修注意：** 在该项测试过程中，踩下加速踏板的持续时间不要超过 5s。
8）将变速杆置于 N 位。
9）冷却 CVT 油液。 **维修注意：** 使发动机怠速运转至少 1min。
10）将变速杆置于 R 位，重复步骤（6）～（9）。
11）无级变速器的失速范围为 2700～3250r/min，失速测试的评价如下： ① 如果 D 位的失速转速偏高，而 R 位的失速转速正常，则说明前进档离合器有故障。 ② 如果 D 位的失速转速正常，而 R 位的失速转速偏高，则说明倒档离合器有故障。 ③ 如果 D 位和 R 位的失速转速都偏低，则说明发动机或液力变矩器单向离合器有故障。 ④ 如果 D 位和 R 位的失速转速都偏高，则说明管路压力低或者初级带轮、次级带轮或者钢带损坏。

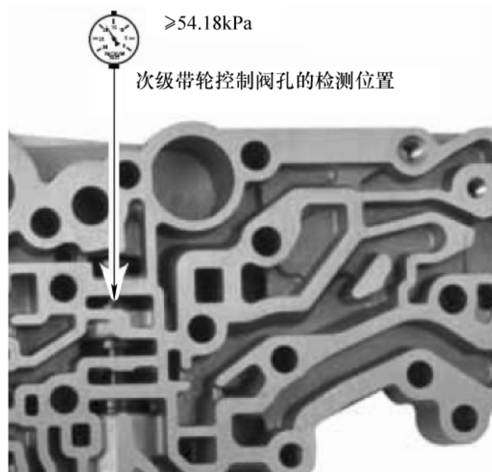
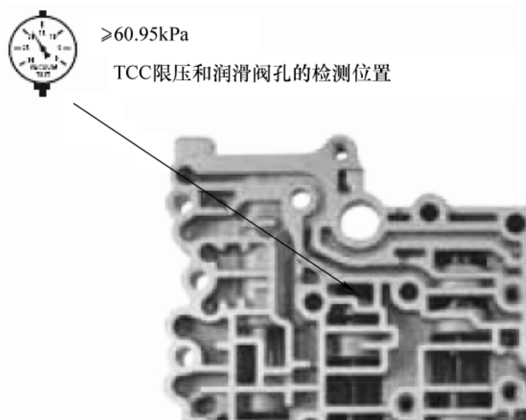
4. CVT 阀体的检修

（1）CVT 阀体结构	 1—电磁调节阀　2—次级带轮控制阀　3—锁止控制阀　4—主调压阀　5—次级调压阀 6—TCC 限压和润滑阀　7—油泵流量控制阀
（2）电磁调节阀检修	 电磁调节阀孔磨损程度主要通过目测检查，还可以使用真空测试法。在电磁调节阀孔注入一定的真空压力并且应能保持在 60. 95kPa 以上，否则必须对电磁阀调节孔进行修复。 **学习提示：** 在实际维修中可直接用带阀套的电磁调节阀替换原配电磁调节阀，无需对磨损的阀孔进行修理。 **一点通：** 电磁调节阀供油油路容易因磨损而产生泄漏，供油不足会直接影响电磁调节阀对油压的调节，从而产生与 CVT 加速性能变差有关的故障。主要有加速时颤抖或有异响，传动比没有变化，链条打滑，链条和带轮磨损增大等。

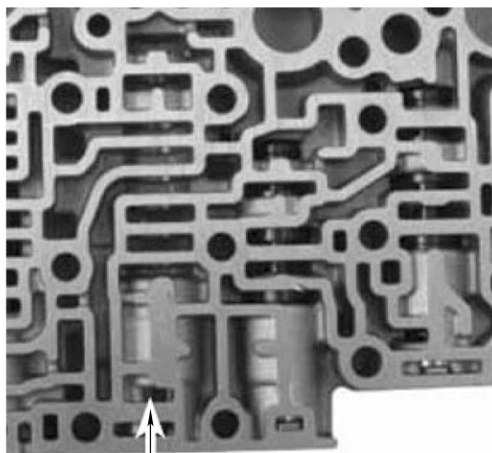
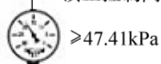
（续）

（3）主调压阀检修	 检测主调压阀孔时，在检测位置注入一定的真空压力并且应能保持在 60. 95kPa 以上。如使用湿气测试法时，图中所标的泄漏点不应看到有油漏出。 **学习提示：** 使用专用铰刀进行铰孔，修复已磨损区域，然后安装改良型主调压阀修理包，即可恢复此处的液压控制至原厂标准。 **一点通：** 随着里程数的增加，主调压阀孔会逐渐被阀所磨损，使主调压阀对主油压的调节能力降低。根据阀孔磨损的程度及位置不同，主油压可能会变得太高，也可能变得过低，油压太高会使带轮破裂，而油压太低则会使前进档或倒档打滑，加速时颤抖。
（4）次级调压阀检修	 检测次级调压阀孔时，在检测位置注入一定的真空压力并且应能保持在 60. 95kPa 以上，否则必须对该孔进行修复。 **学习提示：** 使用专用铰刀对阀孔的磨损处进行铰孔处理，然后配以改良型次级调压阀修理包。 **一点通：** 次级调压阀主要控制次级带轮的传动比，根据维修经验，次级调压阀孔会被阀逐渐磨损，使次级带轮上的压力过高或者过低。压力过高会导致次级带轮开裂，而压力过低会使传动链条打滑，加速时会产生发动机转速波动以及颤抖。

（续）

（5）次级带轮控制阀检修	 检测次级带轮控制阀孔时，在检测位置注入一定的真空压力并且应能保持在 54.18kPa 以上，如低于此数值，则需要修复。 **学习提示：** 修复时使用专用铰刀对已磨损处进行铰孔修复，然后配以改良型的次级带轮控制阀。 **一点通：** 次级带轮上的压力由次级带轮控制阀来控制，失效形式主要是由于次级带轮控制阀孔被阀磨损而导致次级带轮上的压力不足，过低的压力使传动链打滑、颤抖、带轮表面磨损以及出现金属污染物。此外，压力过低也会使带轮的直径不再变化，导致传动比无法按要求改变。
（6）TCC 限压和润滑阀检修	 检测 TCC 限压和润滑阀孔时，在检测位置注入一定的真空压力并且应能保持在 60.95kPa 以上，如低于此数值，则需要修复。 **学习提示：** 对于该阀孔的修复，需要利用专用铰刀对磨损处进行铰孔修复，然后配以改良型的替换滑阀。 **一点通：** 在里程数较高时，TCC 限压和润滑阀往往会磨损阀孔，导致滑阀提早进入锁止或半锁止的位置。除了会出现挂档熄火和抖动的现象外，还会由于阀孔磨损而导致油压泄漏，致使在变矩器需要锁止时无法锁止，引起加速性能变差等故障。

（续）

<table>
<tr><td>（7）锁止控制阀检修</td><td>
锁止控制阀孔的检测位置


检测锁止控制阀孔时，在检测位置注入一定的真空压力并且应能保持在 47. 41kPa 以上，如低于此数值，则需要修复。
学习提示：
修复时只需更换阀套和阀芯即可，无需任何机加工。
一点通：
锁止控制阀的阀套内壁容易被内部的滑阀磨损，使锁止油路泄漏，降低或完全丧失锁止油压，使锁止离合器接合与释放的时间性被破坏，影响了锁止质量，从而产生挂前进档时冲击，车辆滑行时出现冲击。在高速行驶时，锁止离合器应该作用而无法锁止，使发动机转速超过正常值。</td></tr>
<tr><td>（8）油泵流量控制阀检修</td><td>油泵流量控制阀的检测位置 ≥47.41kPa

检测油泵流量控制阀孔时，在检测位置注入一定的真空压力并且应能保持在 47. 41kPa 以上，否则修复该阀或者更换油泵总成。</td></tr>
</table>

（续）

（8）油泵流量控制阀检修	**学习提示：** 使用油泵专用铰孔工具进行修复，然后配以改良型的流量控制阀。 **一点通：** 油泵容易出现输出压力不够的故障，从而导致链条打滑、挂前进档和挂倒档延迟等现象。油泵故障往往出现在油泵流量控制阀上，主要是油泵流量控制阀和配合的孔都容易被磨损，而导致油泵压力泄漏。

本项目小结

- 通过组合仪表内“CVT”指示灯点亮或闪烁来读取无级变速器故障码。
- 用管路压力测试初级带轮油压和次级带轮油压等 CVT 油压。
- CVT 阀体包含电磁调节阀、次级带轮控制阀、锁止控制阀、主调压阀、次级调压阀、TCC 限压和润滑阀及油泵流量控制阀。

第 10 堂课　汽车双离合器变速器技术



学习目标

1. 通过学习大众双离合器变速器的结构与工作原理，掌握同类出车型双离合器变速器工作原理。

2. 通过学习大众双离合器的诊断与检修，掌握其他车型双离合器变速器的诊断知识要点。

项目一　双离合器变速器结构与工作原理



知识链接

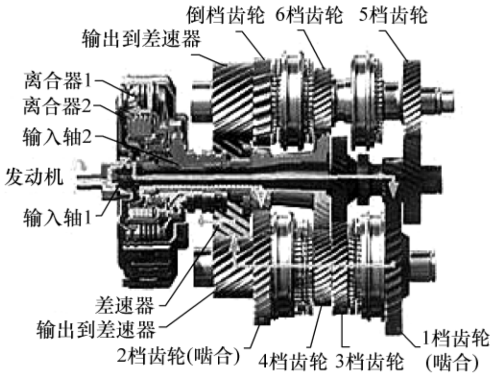
双离合器变速器（Direct Shift Gearbox，DSG）即“直接换档变速器”，它综合了手动变速器的灵活性和自动变速器的方便性。

DSG 变速器的突出特点就是由液压控制的湿式双离合器系统代替了变矩器，其中的离合器 1 负责控制奇数齿轮和倒档齿轮，离合器 2 负责控制偶数齿轮，它实际是由两个平行的变速器配合组成的一个变速器。

重点掌握

- 双离合器变速器结构与工作原理
- 双离合器变速器主要部件特点及工作情况

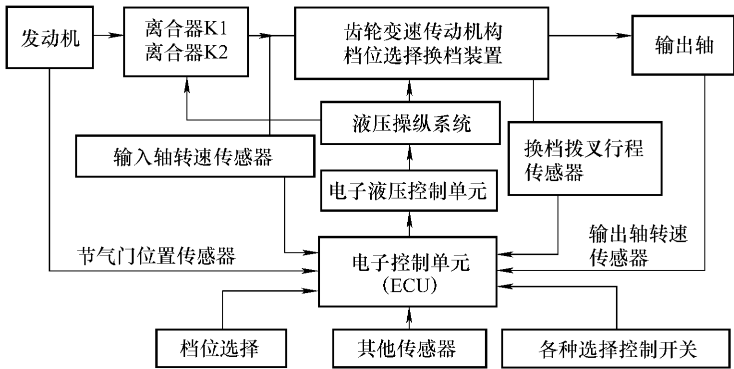
一、双离合器变速器结构

	DSG 有一个由两组离合器片集合而成的双离合器装置，同时有一个由实心轴及其外部套筒组合而成的双传动轴机构，并由电子控制及液压装置同时控制两组离合器及齿轮组的动作。
1. 整体结构	 **知识链接：** 当 DSG 在某一档位时，离合器 1 接合，一组齿轮啮合输出动力，在接近换档时，下一组档段的齿轮已被预选，而与之相联的离合器 2 仍处于分离状态；在换入下一档位时，处于工作状态的离合器 1 分离，使使用中的齿轮脱离动力，同时离合器 2 啮合已被预选的齿轮，进入下一档。在整个换档期间能确保最少有一组齿轮在输出动力，令动力没有出现间断的状况。
2. 内部结构	

二、双离合器变速器的工作原理

DSG 变速器利用各种传感器和控制开关，将发动机及汽车在不同工况下的运行参数转变为电子信号，并通过控制线路传送给电子控制单元，再根据控制单元内设程序，向各个执行元件电磁阀发出指令，以操纵阀板中各种控制阀的工作，从而实现对变速器的控制。

（续）

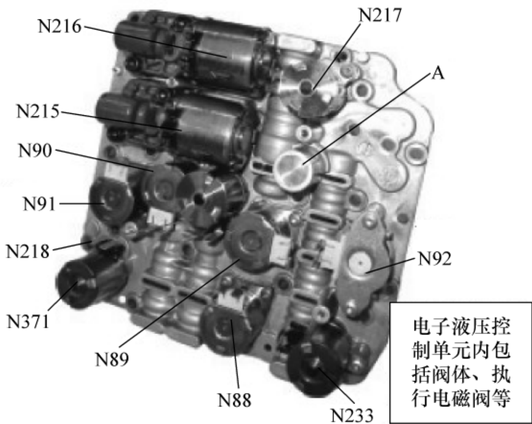


学习提示：

电子控制单元（ECU）依据传感器的信号数据，对离合器和液压系统液压油的工作压力等进行控制。为了保证换档时拨叉到达指定位置，拨叉位置受到精确监控。换档拨叉行程传感器把拨叉位置传给 ECU。每一个行程传感器监控一个档位的换档拨叉位置，以正确识别所在档位。

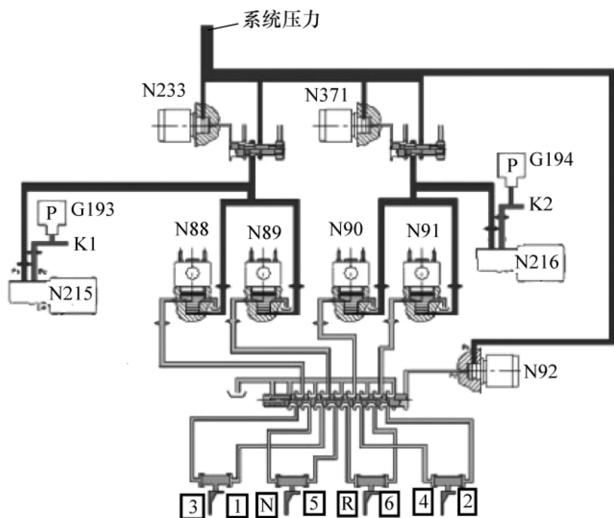
控制单元主要部件

1. 电子液压控制单元



N88—电磁阀 1（换档执行机构阀） N89—电磁阀 2（换档执行机构阀） N90—电磁阀 3（换档执行机构阀） N91—电磁阀 4（换档执行机构阀） N92—电磁阀 5（多路转换器阀） N215—调压阀 1（离合器 K1 压力阀 1） N216—调压阀 2（离合器 K2 压力阀 2） N217—调压阀 3（主压力） N218—调压阀 4（冷却油） N233—调压阀 5（安全阀 1） N371—调压阀 6（安全阀 2） A—泄压阀

（续）

控制单元主要部件	
2. 液压元件	 N88—电磁阀 1（换档执行机构阀）　N89—电磁阀 2（换档执行机构阀）　N90—电磁阀 3（换档执行机构阀）　N91—电磁阀 4（换档执行机构阀）　N92—电磁阀 5（多路转换器阀）　N215—调压阀 1（离合器 K1 压力阀 1）　N216—调压阀 2（离合器 K2 压力阀 2）　N233—调压阀 5（安全阀 1）　N371—调压阀 6（安全阀 2）　K1—离合器 1　K2—离合器 2　G193—离合器 K1 压力传感器　G194—离合器 K2 压力传感器
3. 电子控制单元（ECU，J743）	

（续）

控制单元主要部件		
	（1）传感器 G182 和 G509	（2）传感器 G501 和 G502
	控制单元利用来自离合器温度传感器的信号，调节离合器冷却油的流量并采取其他措施来保护变速器 G509离合器温度传感器 G182变速器输入转速传感器 变速器输入转速传感器用于计算离合器的打滑率	G501输入轴转速传感器1 G502输入轴转速传感器2 输入轴转速传感器1和输入轴转速传感器2分别监测离合器K1和K2的输出转速，用以识别离合器的打滑率，它们与输出转速传感器配合，检测是否上正确档位 **学习提示：** 当 G501 失效，变速器只有 2 档；当 G502 失效，变速器只有 1 档和 3 档。
	（3）传感器 G195 和 G196	（4）传感器 G193 和 G194
4. 传感器	油泵 脉冲信号轮 输出轴2 G195输出轴转速传感器 G196输出轴转速传感器 输出轴转速传感器G195和G196的作用是识别车速和车辆行驶方向(通过两个传感器相位差的变化实现) **学习提示：** 若该传感器失效，控制单元用 ABS 的车速信号和 ESP 中的行驶方向信号代替。	G193离合器K1压力传感器 G194离合器K2压力传感器 G193和G194集成在电子液压控制单元上，它由一对层状结构的导电极板组成，上部极板附在陶瓷隔膜上，另一个极板强力粘接在陶瓷衬底上。当压力发生变化时，上部隔膜就会弯曲变形，上下隔膜之间的距离就会改变，从而产生信号 **学习提示：** 控制单元利用 G193 和 G194 传感器信号来识别作用于离合器 K1 和离合器 K 2 的液压油压力，如果传感器失效，变速器只能以 2 档行驶或 1 档和 3 档行驶。

（续）

控制单元主要部件		
	（5）传感器 G93 和 G510	（6）换档元件传感器
4. 传感器	G93变速器油温传感器 G510控制单元温度传感器 G93和G510传感器的作用是检测控制单元本身的温度和变速器油的温度，两者互相比较、检测，保证数据的稳定和准确，当油温超过138℃时，减小发动机输出转矩。当油温超过145℃时，停止向离合器供油，离合器处于断开位置	G487 1/3档拨叉传感器 G488 2/4档拨叉传感器 G490 5/N档拨叉传感器 G489 6/R档拨叉传感器 换档元件传感器用来识别准确的拨叉位置，每个传感器监测一个换档轴，控制单元以此利用油压来推动换档轴运动，形成档位 学习提示： 当某个传感器失效，受其影响的换档装置关闭，相应的档位也无法接合。

本项目小结

- 双离合器变速器就是由两组离合器构成的变速器。
- 双离合器变速器主要通过各个执行元件电磁阀来控制液压油的流向，实现换档操作。
- 双离合器变速器工作时，由电子控制单元（ECU）依据传感器的信号数据，对离合器和液压系统液压油的工作压力进行控制。

项目二　双离合器变速器检修



知识链接

DSG 变速器的传感器和执行机构故障率较高，因此在故障诊断时应着重考虑传感器和执行机构以及与它们密切相关的控制单元，如离合器、同步器、控制器驱动电路等。故障发生时，仪表板上的档位指示灯会闪烁，同时制动踏板指示灯亮起。此外，由于油液温度传感器可能向控制单元发送错误的温度信号，在极个别情况下，可能导致控制单元启动变速器保护模式，暂时中断动力输出，影响故障判断。

重点掌握

- 双离合器变速器诊断步骤
- 双离合器变速器电子控制单元 J743 的基本设定

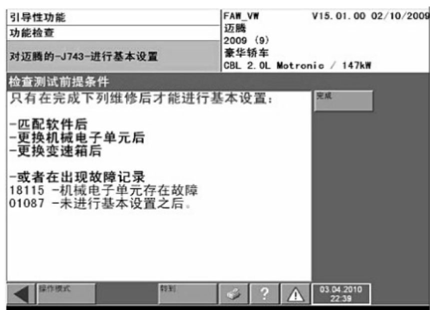
一、双离合器变速器诊断系统

1	使用VAS5052诊断仪进入“引导性功能”选择
2	选择“迈腾”选项
3	选择车辆出厂日期“2009（A）”
4	选择车辆出厂日期后，确认车辆月份是否是2009年30周之前生产
5	确认车辆生产月份后，再确认发动机的排量
6	完成车辆相关信息后，点击右键对所选择的内容进行确认
7	在“车辆系统或功能选择”中选择“6档双离合器变速器OAM”
8	在“6档双离合器变速器OAM”选项中选择“J743读取测量值”选项，点击右键确认
9	点击右键执行“J743读取测量值”选项的命令
10	按照提示内容打开点火开关后点击“完成”键
11	点击“完成”键，进行下一步的操作
12	点击“完成”键，显示测量选项
13	点击下部中间“转到”选择键，选择“测量值：测量值读取”选项
14	选择“测量值：测量值读取”选项后，出现可以显示的测量值相关数据块
15	选择所需要的测量值选项，如果是变速器故障，必须将所有可显示的选项全部选中（第1～第252组所有数据）
16	选择完毕后点击“完成”键
17	选择“读取”选项，显示所有选中测量值数据
18	检查是否“结果”栏中所有数据全部都已经出现
19	当数据结果出来后点击打印机图标，选择“功能测试记录”选项

二、双离合器变速器电子控制单元J743的基本设定

（1）开机，选择车型迈腾	（2）选择年款
（3）选择发动机代码	（4）确定车辆信息

（续）

（5）选择直接换档变速器 02E	（6）选择对 J743 进行基本设定
	
（7）选择对双离合器变速器控制单元 J743 的机械电子单元进行基本设置	（8）进入双离合器变速器控制单元 J743 的机械电子单元进行基本设置
	
（9）执行 J743 的机械电子单元基本设置程序	（10）完成基本设置程序
	
（11）点击“完成”	（12）点击“完成”
	

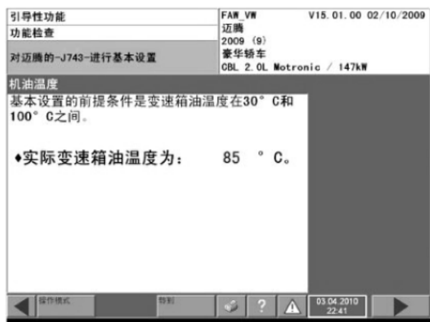
（续）

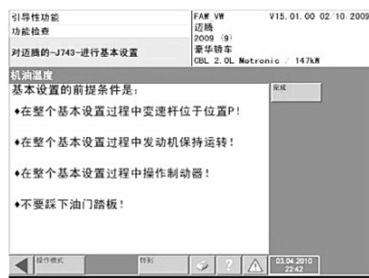
（13）点击“1”	（14）点击“完成”





（15）点击“前进”	（16）点击“完成”



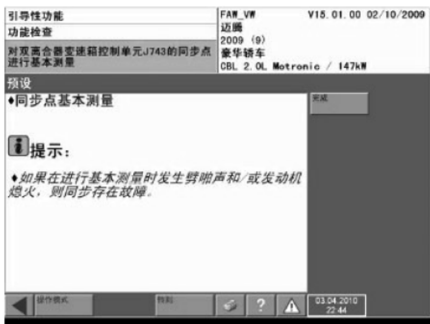
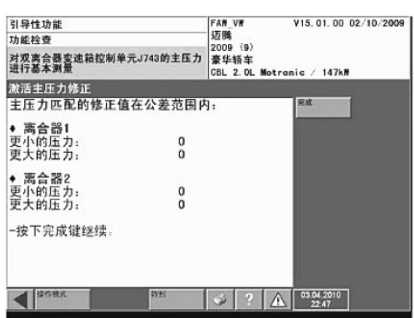


（17）点击“完成”	（18）点击“完成”





（续）

（19）点击“完成”	（20）点击“完成”
	
（21）点击“完成”	（22）点击“完成”
	
（23）点击“完成”	（24）点击“完成”
	
（25）点击“完成”	（26）点击“完成”
	

（续）

（27）点击“完成”



（28）点击“完成”



（29）点击“完成”



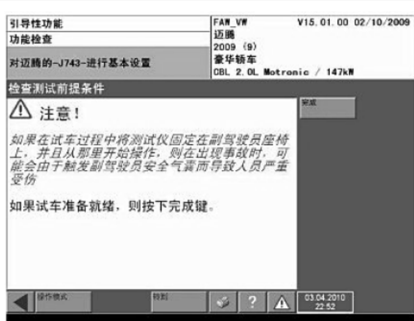
（30）点击“完成”



（31）点击“完成”



（32）点击“完成”



（33）点击“是”



（34）点击“完成”



（续）

（35）点击“ok”	
	

一点通：

1）双离合器变速器故障主要来自双离合器变速器的控制系统，而“异响”大多都是由于油压不稳定（过高），换档拨叉在切换时产生的。目前对 DSG 变速器的维修主要靠刷新软件、更换双离合器总成、更换电子液压控制单元以及更换变速器总成等。

2）仪表上的档位指示灯异常，应使用故障诊断仪 VAS5052 进入网关检查各控制单元故障码情况，然后进行分析排除。

3）双离合器变速器油温传感器故障将会导致变矩器不能进入锁止工况，变速器没有超速档，汽车不能高速行驶。

4）当换档不顺、顿挫、抖动、异响或拖档时，一般是由于离合片磨损造成离合压片和摩擦片接合后发生抖动引起的，应更换离合器总成。

本项目小结

- 使用 VAS5052 诊断仪进入系统诊断读取故障码。
- 使用 VAS5052 对双离合器变速器电子控制单元 J743 进行基本设定。

第三部分　底盘技术

第 11 堂课　电子制动系统



学习目标

1. 通过学习奥迪车辆电子稳定系统的结构与工作原理，让读者掌握其他车型电子制动系统的检修知识要点。

2. 通过学习车辆电子稳定系统的诊断，让读者学会数字分析的重要性。

3. 通过学习宝马防侧倾稳定控制系统的结构与工作原理，让读者掌握其他车型电子制动系统的知识要点。

项目一　奥迪车辆电子稳定系统



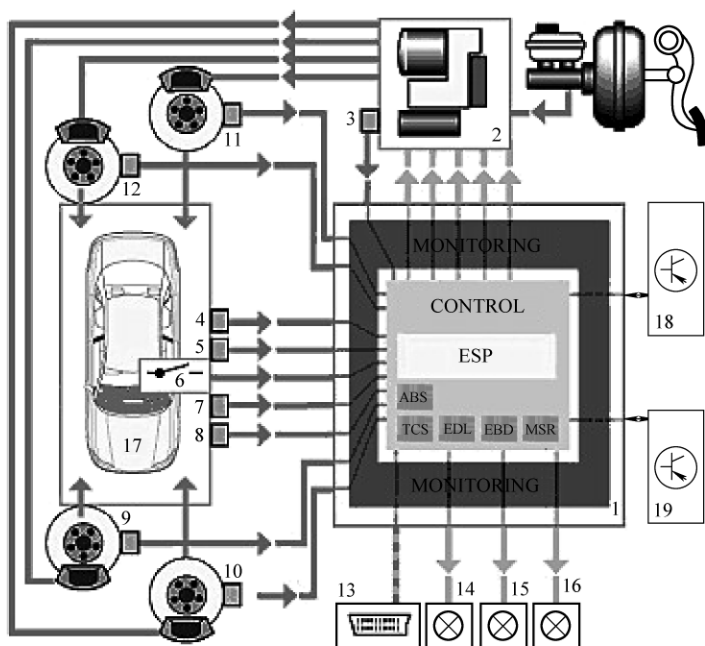
知识链接

车辆电子稳定系统（Electronic Stability Program，ESP）综合了防抱死制动系统（ABS）、制动辅助系统（BAS）和加速防滑控制系统（ASR）三个系统的功能。

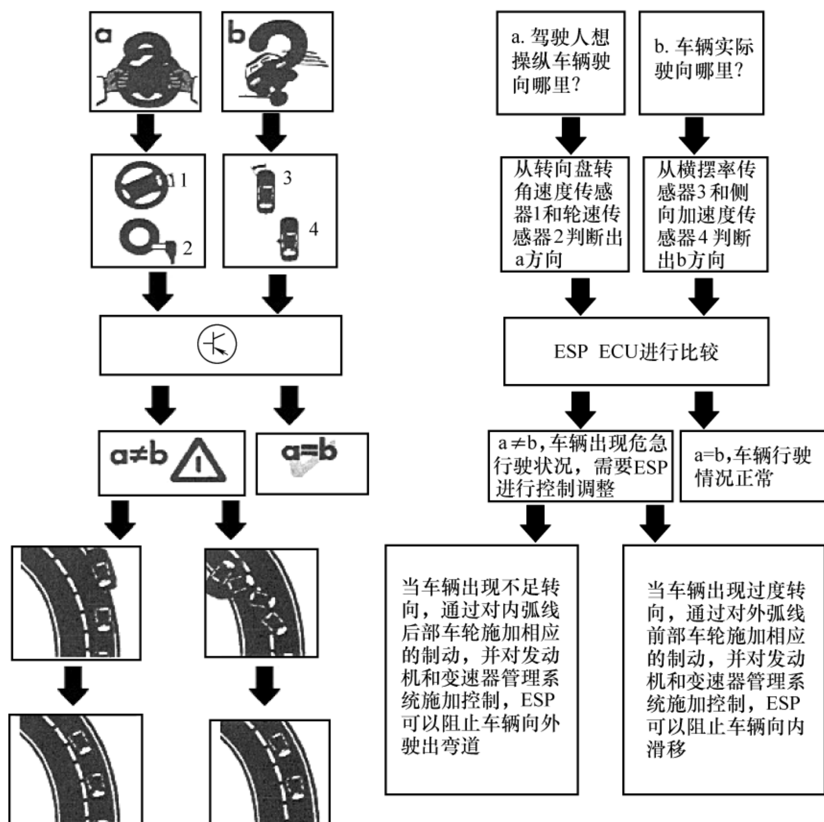
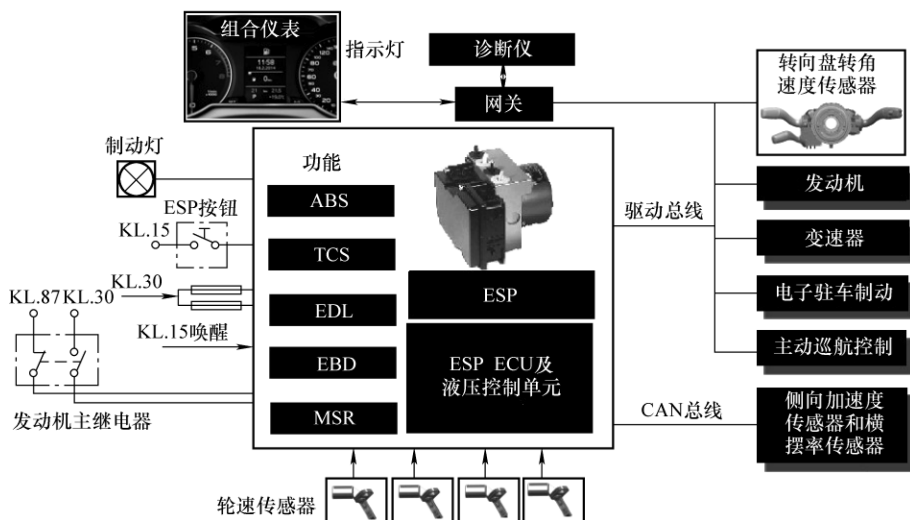
重点掌握

- ESP 的组成、工作原理及通信途径
- ESP 主要元件的测试和检修
- ESP 的数字诊断

一、车辆电子稳定系统的组成与工作原理

1. 组成	车辆电子稳定系统（ESP）主要由轮速传感器、横摆率传感器、转向盘转角速度传感器、ESP ECU、制动主缸压力传感器、节气门位置传感器、执行器及 ASR/ESP 指示灯等组成。  1—ESP ECU　2—液压控制单元　3—制动主缸压力传感器　4—侧向加速度传感器　5—横摆率传感器　6—ASR / ESP 按钮　7—转向盘转角速度传感器　8—制动灯开关　9～12—轮速传感器　13—自诊断插座　14—制动系统指示灯　15—ABS 指示灯　16—ASR / ESP 指示灯　17—车辆和驾驶状态　18—发动机控制调整　19—变速器控制调整
2. 工作原理	ESP 首先通过转向盘转角速度传感器及各车轮转速传感器识别驾驶人转弯方向（驾驶人意愿）。ESP 通过横摆率传感器识别车辆绕垂直于地面轴线方向的旋转角度及通过侧向加速度传感器识别车辆实际运动方向。ESP 通过计算和判断发出指令，然后调整发动机的转速和车轮上的制动力。如果实际行驶轨迹与期望的行驶轨迹发生偏差，则 ESP 系统自动控制对某一车轮施加制动，从而修正汽车的转向过度或转向不足。

（续）

2. 工作原理	
3. 通信途径	

二、车辆电子稳定系统的自诊断功能

（一）转向盘转角速度传感器初始化标定

学习提示：

奥迪 ESP 的转向盘转角速度传感器 G85 位于转向灯开关总成和转向盘之间，集成在安全气囊的螺旋电缆内。该传感器根据驾驶人操纵转向盘的不同程度，向控制单元传送转向盘转动的角度，测量的角度范围是 ±540°，对应转向盘转 3 圈。如果转向盘转角速度传感器 G85 断电或更换、ESP 控制单元 J104 更换、车辆的电压值不正常等，传感器的标定值将会丢失，即 ESP 控制单元无法正常识别传感器的数据起始点和变化规律，需重新进行初始化标定。初始化标定的方法有路试法和诊断仪法两种。

1. 路试法	路试法就是短距离驾驶车辆，转向盘转角速度传感器 G85 会根据轮速传感器信息重新初始化。
2. 诊断仪法	1）连接诊断仪 VAS5051（或具有同等功能的故障诊断仪）进入 03 地址。
	2）选择登录 11，按 Q 键确认，输入登录密码 40168，再按 Q 键（做多项调整时，只需登录 1 次）。
	3）起动车辆，在平坦路面上试车，以不超过 20km/h 的车速行驶。
	4）如果转向盘是在正中位置（若不在正中位置，需要调整），停车即可，不要再调整转向盘，不要关闭点火开关。
	5）选择读取测量数据块 08 功能，输入 004 通道，观察第 1 显示区的数值是否为 -4.5°~4.5°。
	6）选择基本设定功能 04，按 Q 键确认，再输入组别号 001，ABS 警告灯闪亮。
	7）选择退出功能 06，按 Q 键确认，ABS 和 ESP 警报灯亮。
	8）约 2s 后，结束初始化标定。

（二）ESP 路试测试

学习提示：

ESP 路试的作用是检查 ESP 系统各个传感器的可靠性（侧向加速度传感器 G200、横摆率传感器 G202 和制动压力传感器 G201 以及转向盘转角速度传感器 G85）。当 ESP 系统的电气元件拆下或更换后，必须进行路试。对 ESP 系统的路试一旦开始，必须全部进行完毕。

1）连接诊断仪 VAS5051，打开点火开关，进入 ABS 03，选择基本设定 04，输入显示组号 03 来激活测试，此时 ABS、ASR / ESP 指示灯点亮，在故障存储器中会存储“01468”故障码。

2）断开诊断仪 VAS5051，起动发动机，用力踩下制动踏板直到 ASR/ESP 指示灯 K86 熄灭，此时标定完成。

学习提示：

当进行大约 5s，横摆率至少 10°/s、车速在 15~20km/h、转弯半径在 10~12m 曲线的路面试车时，ABS、EDS、ASR 和 ESP 都不工作。

（三）侧向加速度传感器 G200 零点平衡

1）将车停在水平面上，连接 VAS5051 进入 03 地址。
2）选择登录 11，按 Q 键确认，输入登录密码 40168，再按 Q 键确认。
3）选择基本设定功能 04，按 Q 键确认，再输入组别号 063，再按 Q 键确认，ABS 指示灯闪亮。
4）选择退出功能 06，按 Q 键确认，ABS 和 ASR / ESP 指示灯亮约 2s。
5）操作完成。

学习提示：

若显示该功能不能执行，说明登录有误。若显示基本设定关闭，说明超出零点平衡允许误差。读取 08 数据流（004 通道第二显示区静止时为 –1.5～1.5；转向盘至止点，以 20km 车速左/右转弯，测量值应均匀上升）及故障记忆，然后重新进行操作。

（四）制动主缸压力传感器 G201 零点平衡

1）不要踩制动踏板，连接 VAS5051 进入 03 地址。
2）选择读取数据流 08 功能，输入 005 通道，观察第一显示区数值是否为 –700～700kPa。
3）选择登录 11，按 Q 键确认，输入登录密码 40168，再按 Q 键确认。
4）选择基本设定功能 04，按 Q 键确认，再输入组别号 066，再按 Q 键确认，ABS 指示灯闪亮。
5）选择退出功能 06，按 Q 键确认，ABS 和 ASR / ESP 指示灯亮约 2s。

学习提示：

若显示该功能不能执行，说明登录有误。若显示基本设定关闭，说明超出零点平衡允许误差。读取 08 数据块（005 通道）及故障记忆，然后重新进行设定。

（五）控制单元编码

学习提示：

更换 ESP 控制单元 J104 或转向盘转角速度传感器 G85 后，必须对 ESP 系统重新进行编码。

1）连接诊断仪器 VAS5051，打开点火开关，进入 ABS 系统 03，选择登录 11，输入登录密码 09399。
2）选择控制单元编码功能 07，输入控制单元编码 04499。
3）对转向盘转角速度传感器进行初始化标定，对 ESP 进行路试和系统测试。

（六）读取数据流

用诊断仪 VAS5051 进入 03 地址，选择 08 功能，输入相应的通道号读取相应的数据。然后根据数据判断系统的工作状态和分析各传感器是否工作正常，如果出现异常应进行更换或修理。

数据流

测量数据块 001		
显示区	项目	说明
1	左前轮车速	最低显示值是 1，当 N 为 0 时诊断仪显示 1km/h，最高显示值为 20km/h
2	右前轮车速	
3	左后轮车速	
4	右后轮车速	

（续）

测量数据块 002		
显示区	项目	说明
1	制动测试开关	当开关或按钮被按下，诊断仪显示实际状态。如果没有按下，诊断仪没有显示。
2	制动灯开关	
3	驻车制动	
4	ESP 按钮	
测量数据块 003		
显示区	项目	说明
1	发动机转速/(r/min)	由 ESP ECU J104 进行计算
2	发动机转矩/N·m	
3	发动机转矩损失/N·m	
4	节气门角度（%）	
测量数据块 005		
显示区	项目	说明
1	转向盘转角速度传感器	以角度读出，最小 −720，最大 +720，此时前轮垂直向前，误差范围为 ±5
2	偏转率传感器	每秒角度，最小 −69，最大 +69
3	制动主缸压力传感器	最小为 0，最大 29200kPa
4	侧向加速度传感器	以每秒平方米显示，最小 −25，最大 +25
测量数据块 006		
显示区	项目	说明
1	端子 15 电压供应	ABS/ESP 控制单元 J104 的端子 15 电压供应（正常为 9.8 ~ 17.4V）
2	阀继电器	正常打开，故障关闭
3	回流泵工作	OFF/ON
4	维修站编码	服务站编码，相关服务站的诊断仪编码
测量数据块 125		
显示区	项目	说明
1	转向盘转角速度传感器的 CAN 信息	读出值 1 为正常，0 表示错误 如果显示 1，说明相关控制单元传送了一个 CAN 信息；如果显示 0，表示 CAN 总线信息中断，应读取故障码进行维修
2	变速器控制单元的 CAN 信息	
3	发动机控制单元的 CAN 信息	
4	组合仪表的 CAN 信息	

本项目小结

- ESP 元件包括轮速传感器、横摆率传感器、转向盘转角速度传感器、ESP ECU、制动

主缸压力传感器、节气门位置传感、执行器及 ASR/ESP 指示灯等。

- 利用诊断仪 VAS5051 进行初始化标定。
- 利用诊断仪 VAS5051 可以完成 ESP 系统的故障码诊断、执行元件测试及数据流分析等。

项目二　宝马防侧倾稳定控制系统



知识链接

宝马防侧倾稳定控制系统的主要作用是把弹簧和减振器调节到振动控制和驾驶舒适相结合的最佳水平，消除了操作性能和振动控制之间的冲突。

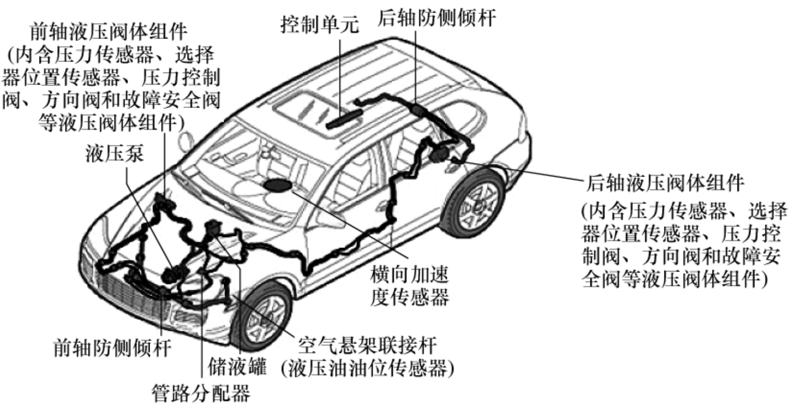
该系统的横向稳定杆装置是一种电控液压总成部件，左、右侧两个扭力稳定器是分离的，中间的液压马达输出轴分别与两个扭力稳定器连接。通过系统电液控制功能，可以分别对两侧悬架在车辆转弯时的侧倾幅度进行干预调节和控制，使车辆在转弯时保持良好的平衡状态。

重点掌握

- 防侧倾稳定控制系统的组成
- 防侧倾稳定控制系统检修

一、防侧倾稳定控制系统组成

防侧倾稳定控制系统主要由液压泵、液压阀体、方向阀、故障安全阀、稳定杆装置（前、后轴各一个）、传感器元件及控制单元组成。



主要部件的位置与功能	
1. 液压泵	系统液压压力是通过辅助单元传动带驱动的液压泵产生的。泵中的小储液罐起压力缓冲器的作用。当液压马达中的压力发生变化时，在各个阀组中实现压力控制。

（续）

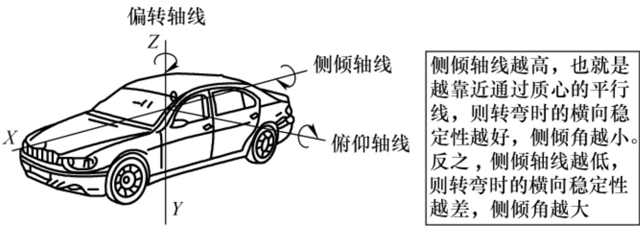
<table>
<tr><th colspan="3">主要部件的位置与功能</th></tr>
<tr><td>2. 稳定杆装置</td><td colspan="2">每个液压马达均通过马达壳与防侧倾杆的一半相连接，并通过马达轴与防侧倾杆的另一半相连接。叶片调节器将马达分隔为若干个充满液压油的室，选择启动特定的工作室并改变液压油压力可形成作用于防侧倾杆的力矩。</td></tr>
<tr><td>3. 防侧倾稳定系统控制单元</td><td colspan="2">由于防侧倾稳定控制功能直接关系到车辆的行驶安全性，系统控制单元需要及时获取车速和传动系统转矩等信号，因此它属于车载网络驱动 CAN 总线上的用户。它不断计算输入数据，并可针对任何车速通过阀组启动相应的控制程序。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">4. 传感器元件</td><td>（1）横向加速度传感器</td><td>横向加速度传感器一般安装在车辆中央控制台部位。在车辆转弯过程中，该传感器测量车身的横向加速度，一般测量范围为 $-10.78 \sim 10.78 m/s^2$。</td></tr>
<tr><td>（2）压力传感器</td><td>前轴压力传感器和后轴压力传感器用于测量横向稳定杆装置的液压力，这两个传感器安装在液压阀体组件上。若在检修时更换了该传感器，则需要进入系统控制单元对新传感器进行校准（进行偏移量学习）。</td></tr>
<tr><td>（3）选择器位置传感器</td><td>宝马车系配有选择器位置传感器，功用是精确测量方向阀的工作行程。该传感器安装在液压阀体组件上。</td></tr>
<tr><td>（4）液压油油位传感器</td><td>液压油油位传感器设置在液压油储液罐上，用于测量液压油的油位。若油位过低，则系统控制单元会发送一个警告信息。
学习提示：
系统控制单元不能识别油位传感器及其线路的短路或断路故障，只能识别为油位过低。</td></tr>
<tr><td rowspan="5">5. 执行元件</td><td>（1）压力控制阀</td><td>压力控制阀都安装在液压阀体组件上，阀门与前轴、后轴的液压管路相通。压力控制阀将由系统控制单元启动液压马达来保持适当的压力，用于调节前轴、后轴横向稳定装置的液压力。</td></tr>
<tr><td>（2）方向阀</td><td>方向阀安装在液压阀体组件上，它是一个电磁阀元件，用于控制阀体内左侧、右侧高压油的流向。</td></tr>
<tr><td>（3）故障安全阀</td><td>故障安全阀安装在液压阀体组件上，也是一个电磁阀元件，用于限制液压系统最高压力，起到安全保护的作用。</td></tr>
<tr><td>（4）检查阀</td><td>检查阀安装在液压阀体组件上，它利用虹吸原理防止液压马达内部的液压回路出现气穴现象。</td></tr>
<tr><td>（5）液压阀体组件</td><td>液压阀体组件向液压马达分配液压油，并且保证前轴稳定杆装置液压马达的液压力大于或等于后桥稳定杆装置液压马达的液压力。</td></tr>
</table>

二、防侧倾稳定控制系统工作原理

学习提示：

防侧倾稳定控制系统的防侧倾杆所产生的旋转力矩实际上可在侧向加速度的最大范围内完全补偿车辆的侧向倾斜。

车辆转弯时，作用在重心上的离心力通过车辆的侧倾轴产生侧倾力矩。侧倾力矩的大小取决于离心力的力矩长度（质心到侧倾轴线的距离）。该力使车身朝着位于弯道外侧的车轮倾斜。同时，位于弯道外侧的车轮偏转，位于弯道内侧的车轮回弹。车身的倾斜和在此过程中的车轮负载变化将由防侧倾稳定系统控制单元根据横向加速度传感器信号、转角传感器信号、车速信号等检测，随后，由系统控制单元通过确定的数据来控制防侧倾杆的液压马达的液压油流量，并在防侧倾杆中产生相应的压力。此压力会使液压马达中的叶片调节器转动，从而使防侧倾杆相应地旋转，产生的旋转力矩用来抵消车辆弯道行驶产生的侧倾力矩，从而使车辆保持稳定行驶。



三、防侧倾稳定控制系统检修

1. 系统诊断功能	**学习提示：** 当车辆起动之后，开始执行中央控制单元的检测工作，所有电磁阀和传感器元件的电气性能都将被检测，包括线路是否存在短路或断路故障。当系统控制单元检测到故障时，系统将进入故障安全模式。故障码信息记录在系统控制单元中，同时仪表板将显示相应的故障运行信息。
	1）液压泵故障导致系统中无液压压力。可以通过与目标液压压力进行对比。
	2）方向阀弹簧断裂卡在松弛位置或线圈断路卡在张紧位置。可通过方向阀位置传感器和电流监测功能进行故障检测。
	3）前、后轴压力控制阀无法激活，卡在张紧位置或机械故障卡在关闭位置。可通过与前、后轴目标液压压力进行对比和电流监测功能进行故障检测。
	4）故障安全阀卡在打开位置或因线圈故障卡在关闭位置。可通过预行驶检查功能和电流检测功能进行故障检测。
	5）前轴/后轴稳定杆装置泄漏（无扭力）或闭锁。可通过与目标液压压力进行对比检测。
	6）动力传输 CAN 总线未传送到总线信息。可通过总线传输超时来确认故障现象。
	7）转向角传感器信号不可靠或无法接收到。可通过总线信号的真实性和故障检测功能进行检测。
	8）油位传感器无信号。检查线路断路、传感器故障。
	9）前、后轴压力传感器线路断路无信号。可通过电压监测。
	10）信号错误可通过与前、后轴目标液压压力进行对比检测。
	11）方向阀位置传感器线路断路无信号。可通过电压监测进行检测。
	12）信号错误。可通过选择器位置传感器进行检测。

（续）

2. 液压系统排气方法	1）在进行系统排气时，首先加注专用液压油，直至储液罐内的油位保持在 MAX－MIN 之间不变。
	2）起动发动机运转 1～2s，继续加注液压油，直至储液罐液位保持在规定油位不变化。
	3）发动机怠速运转时检查液位，此时储液罐表面会出现大量泡沫，随着液压油的不断循环，气泡渐渐消除，储液罐中液位停在正常油位不再下降。
	4）关闭发动机并检查液位，在检测油尺 MAX－MIN 之间为正常油位。
	5）将车辆停放在一个开阔区域对车辆进行放气。
	6）关闭车门和发动机舱盖，将专用检测仪连接到车辆诊断接口，进入系统控制单元系统放气功能项，按执行程序提示进行系统放气。
	7）重复放气程序两次，然后打开发动机舱盖和储液罐盖。发动机运转时，检查液位和液压油，并将油液加满至规定油位，并且液压油表面不再有明显的泡沫出现。
	8）关闭发动机并设置到正确的油位。
	9）进行路试、系统复检后，清除系统控制单元故障记忆。
	10）检视系统有无渗漏迹象，如果仍然存在，在检修后，重新执行放气程序，直至故障排除。

本项目小结

- 防侧倾稳定控制系统由液压泵、液压阀体、方向阀、故障安全阀、稳定杆装置、横向加速度传感器、压力传感器、选择器位置传感器、液压油油位传感器及防侧倾稳定控制系统控制单元组成。
- 运用故障诊断仪对防侧倾稳定控制系统进行故障码诊断、执行元件测试及数据流分析等。

第 12 堂课　电子驻车制动系统



学习目标

1. 通过学习迈腾车智能驻车系统组成与原理，掌握其他车型电子驻车制动系统的知识要点。

2. 通过学习智能驻车系统的诊断，学会数字分析的重要性。

3. 通过学习大众新一代主动泊车系统结构与工作原理，掌握主动泊车系统的功能。

项目一　智能驻车制动系统



知识链接

智能驻车制动系统（Electrical Park Brake，EPB）可以在发动机熄火后自动施加驻车制动。它主要是将行车过程中的临时性制动和停车后的长时性制动功能整合在一起，并且由电子控制方式实现停车制动。

EPB 系统能够通过坡度传感器由控制器给出准确的驻车力。在起动时，驻车控制单元将离合器距离传感器、加速踏板传感器等提供的信息进行计算，当驱动力大于行驶阻力时自动释放驻车制动，从而使汽车能够平稳起步。此外 EPB 还可使车辆在等红灯或上下坡停车时自动起动四轮制动，即使是变速杆处于 D 位或 N 位。当需要解除静止状态时，只需轻点加速踏板即可。



重点掌握

- 智能驻车系统的组成与原理
- 智能驻车系统的功能
- 用 VAS5052 诊断智能驻车系统

一、智能驻车系统的组成与原理

1. 智能驻车系统的组成	以迈腾车智能驻车系统为例，它由 ABS 控制单元（J104）、电子驻车制动系统控制单元（J540）、离合器位置传感器（G476）、驻车制动开关（E538）、自动驻车（AUTO HOLD）开关（E540）、左后轮制动钳制动电动机 V282、右后轮制动钳制动电动机 V283 及仪表指示灯等组成。
2. 智能驻车系统的原理	智能驻车系统通过电控单元与整车控制器局域网（CAN）通信，然后对左右后制动钳上的制动电动机进行控制。
	知识链接： 智能驻车系统常用的自动控制功能有两种：一种是在发动机熄火后，系统通过整车 CAN 与该系统电控单元联合控制电动机，对左右后制动钳实施制动；另一种是坡度驶离，车辆在坡上起步时，EPB 电控单元控制左右后轮制动钳，使其自动松开，车辆自动驶离。

（续）

3. 智能驻车系统的功能	（1）静态模式（驻车功能）	当控制单元接收到驻车按钮信号，通过 CAN 数据线获知车辆此时速度低于 7km/h 时，车辆进入静态模式状态，J540 命令两后轮驻车制动电动机工作，实现正常驻车制动的作用。此时系统指示灯 K213、组合仪表中的驻车指示灯 K118 点亮，表明智能驻车制动系统在工作。
	（2）动态模式	车辆行驶过程中，如果制动踏板卡住或失灵，驾驶人可以按住驻车制动器按钮，J540 接收到 E538 制动信号，通过 CAN 数据总线与 J104 交换信息，如行驶车速大于 7km/h，J540 启动“动态模式”，通过 ABS/ESP 系统进行四轮制动，实现“动态紧急制动功能”，车辆会以 $26m/s^2$ 的减速度进行减速，同时警报声响起。 **学习提示：** 当车速下降到低于 7km/h 时，驻车制动电动机起动，此时 ABS/ESP 液压制动系统和智能驻车制动系统同时制动后轮。车辆停止后，由智能驻车制动系统进行驻车制动。
	（3）动态起动辅助功能	在斜坡道路起步时，为防止溜车，驾驶人可不松开驻车制动直接起步。J540 通过 CAN 数据总线，接收驾驶人侧车门关闭和安全带系上信号，发动机转速、转矩信号，加速踏板位置信号，自动变速器档位或手动档车辆离合器信号，另外，采集其内部纵向加速度传感器的倾斜角度信号等进行计算，分析车辆行驶方向和道路倾斜状况，确定驻车制动器最佳的解除时刻。只有当车辆的驱动轮转矩大于控制单元计算出的斜坡下滑转矩时，J540 控制驻车制动电动机才解除后轮制动，车辆正常起步。
	（4）AUTO HOLD 功能	按下按钮 E540 后，其指示灯 K237 会点亮，表示“AUTO HOLD”功能被激活，J540 控制系统进入“Stop and Go 辅助功能”。车辆处于走走停停的行驶状况时，J540 会自动解除或执行车辆驻车制动，减轻驾驶人操作负担。当 J540 接收到车辆停止、驾驶人侧车门打开、安全带被解除或点火系统关闭信号时，控制驻车制动器实施驻车制动。

二、智能驻车制动系统的配置及检修

1. 自诊断	1）连接 VAS5052 进入“引导性故障查询”或“车辆车载诊断”功能进行自诊断。
	2）进入“004”可读取故障码，再进入“011”查看测量值块的数据，“005”提供元件的“输出诊断测试模式”，进行故障元件与故障原因的初步判断。 **知识链接：** VAS5052 较常用到的还有“基本设置”、“编码”和“匹配”功能，在更换系统相关电控单元或传感器时，要视情况进行操作。

（续）

<table>
<tr><td rowspan="10">2. 故障码</td><td colspan="3">学习提示：
利用 VAS5052，选择“53－004”进入“驻车制动器”的故障诊断模块，即可读取系统故障码，然后分析常见原因及检修内容。</td></tr>
<tr><td>故障码</td><td>故障含义</td><td>常见原因及检修内容</td></tr>
<tr><td>02432</td><td>左后轮制动钳制动电动机供电电路断路</td><td>左后轮制动钳制动电动机或其电路故障、J540 损坏</td></tr>
<tr><td>02433</td><td>右后轮制动钳制动电动机供电电路断路</td><td>右后轮制动钳制动电动机或其电路故障、J540 损坏</td></tr>
<tr><td>02434</td><td>控制单元左侧通道电路断路或短路</td><td>熔丝熔断或电源线路故障</td></tr>
<tr><td>02435</td><td>控制单元右侧通道电路断路或短路</td><td>熔丝熔断或电源线路故障</td></tr>
<tr><td>02442</td><td>操作单元内的功能灯断路或短路</td><td>E538 或 E540 损坏</td></tr>
<tr><td>02779</td><td>智能驻车制动系统数据总线无信号</td><td>CAN 数据线或 J104 及 J540 损坏</td></tr>
<tr><td>03200</td><td>驻车制动开关 E538 电路电气故障</td><td>E538 损坏或线路故障</td></tr>
<tr><td>16366</td><td>控制单元损坏</td><td>J540 损坏</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3. EPB 系统的设置</td><td colspan="3">1）使用举升机将车辆支撑好，拆下两个后轮。</td></tr>
<tr><td colspan="3">2）打开点火开关到“ON”但不要起动发动机，使用 VAS5052A（VAS5052）诊断仪进入到迈腾车型的 EPB 系统。然后选择“车辆系统管理”菜单，选择“更换模式（更换前）”选项。这时系统会控制 EPB 电动机打开后制动卡钳的活塞。</td></tr>
<tr><td colspan="3">3）完成上述操作后，关闭点火开关，拔掉 EPB 电动机的插接器。拆下后制动卡钳更换后制动片。</td></tr>
<tr><td colspan="3">4）更换完后制动片将后制动卡钳复位，连接 EPB 电动机的插接器。打开点火开关到“ON”，使用 VAS5052A（VAS5052）诊断仪进入到迈腾车型的 EPB 系统，选择“车辆系统管理”菜单下的“更换模式（更换后）”选项，这时系统就会控制 EPB 电动机驱动制动活塞到合适的位置。</td></tr>
<tr><td rowspan="7">4. EPB 电动机复位</td><td colspan="3">1）将制动液从制动液罐中吸出，以免溢出。</td></tr>
<tr><td colspan="3">2）连接 VAS5052，选择“引导性故障查询”，进入智能驻车制动系统的自诊断功能。</td></tr>
<tr><td colspan="3">3）选择“前移和复位活塞 EPB 电动机”功能，并执行制动活塞复位。</td></tr>
<tr><td colspan="3">4）这时制动钳内压紧螺杆由 EPB 电动机拉回，但制动钳活塞并不能由螺杆拉回，可用活塞复位工具压回活塞。</td></tr>
<tr><td colspan="3">5）按需要拆出摩擦片、制动钳或 EPB 电动机。</td></tr>
<tr><td colspan="3">6）用钢丝固定制动钳，防止制动钳重量使制动软管承重过度或损坏。</td></tr>
<tr><td colspan="3">7）在装回制动钳及相关零件后，再次用 VAS5052 对 EPB 系统进行基本设置。</td></tr>
</table>

一点通：

1）电子驻车释放不彻底造成制动持续异响。更换电子驻车制动器电动机总成等主要部件。

2）仪表上的电子驻车制动系统指示灯 K213 点亮。可以连接故障诊断仪 VAS5052 进行诊断，输入地址码 53 进入 EPB 系统进行自诊断、数据流的读取及系统的一些功能设置来查找故障。

3）更换 J540 需要对 ABS 和 EPB 系统进行编码，由于 J540 内部集成了横向加速度与纵向加速度传感器，首先要进行传感器的基本设定。执行 03－11－40168－04－60 对横向加速度传感器进行设定，执行 03－11－40168－04－61 对纵向加速度传感器进行基本设定。

本项目小结

- 智能驻车系统包括 ABS 控制单元、电子驻车制动系统控制单元、离合器位置传感器、驻车制动开关、自动驻车（AUTO HOLD）开关和后轮制动钳等部件。
- 运用 VAS5052 诊断仪对智能驻车系统进行故障码诊断、执行元件测试及数据流分析等。

项目二　主动泊车系统



知识链接

主动泊车系统（Park Assist Vision）是大众研发的高端智能技术，它运用超声波传感器扫描道路两侧，通过比较停车空间和车身长度来寻找合适的停车位。发现适合的位置后，系统会自动引导车辆进入驻停区域。挂上倒车档，主动泊车系统即会自动控制转向操作，此时只需控制加速踏板和制动踏板，即可将车停进停车位。此外，中文导航系统的液晶显示屏，会直接显示障碍物与车辆之间位置关系的图像，使驾驶人更从容实现对车辆的控制。

重点掌握

- 主动泊车系统工作过程
- 主动泊车系统组成

一、功能描述及操作

<table>
<tr>
<td>1. 激活主动泊车系统</td>
<td>


学习提示：

1）当车速 < 30km/h 时，按下 E581 按钮，主动泊车系统被激活，同时仪表显示屏显示“寻找合适的停车位”图形。

2）当车速在 30～45km/h 时，按下 E581 按钮，主动泊车系统处于待机状态，同时仪表显示屏显示“车速过高”信号。

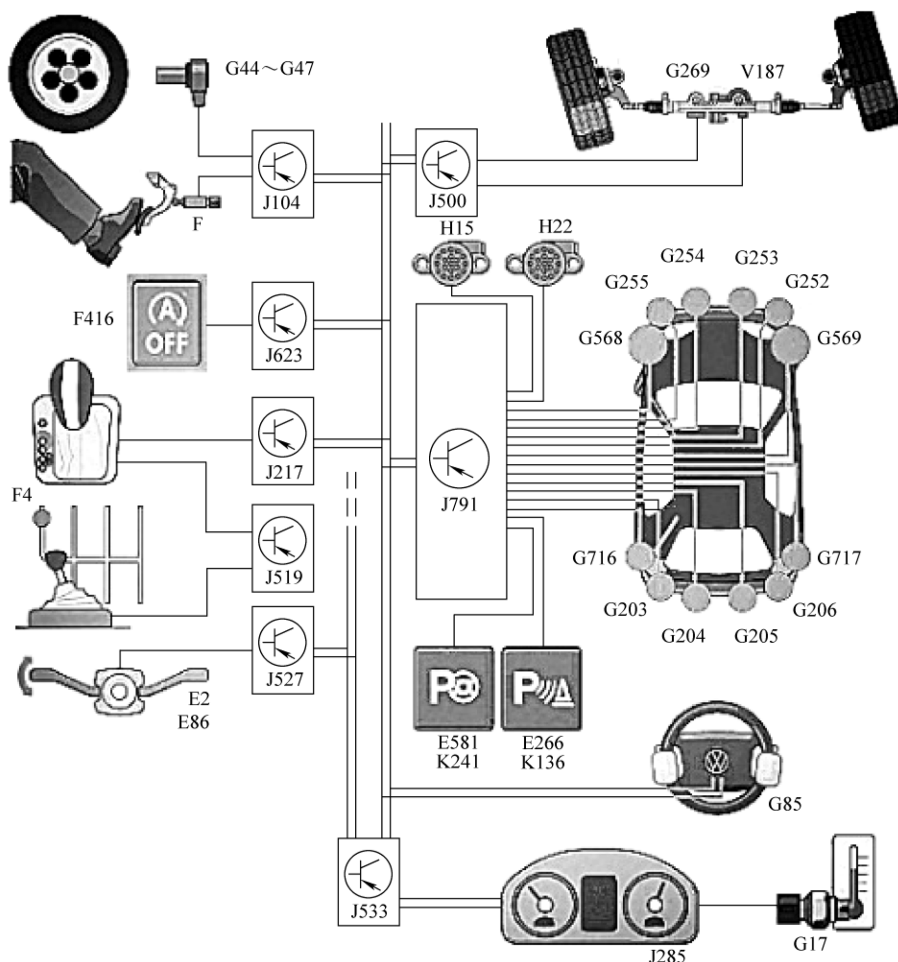
3）当车速 > 45km/h 时，按下 E581 按钮，主动泊车系统无法被激活，同时仪表显示屏显示“车速过高”信号。
</td>
</tr>
</table>

（续）

2. 寻找合适的停车位	寻找到合适的空车位 箭头指示驾驶人继续向前行驶到达合适的初始位置 挂入R位，此时主动泊车系统自动控制方向，倒车雷达工作 **学习提示：** 车速 < 30km/h，而且汽车与其他车位汽车的横向间距保持在0.5～1.5m。
3. 借助主动泊车系统泊车	驾驶人选择R位，从而启动主动泊车系统 踩下加速踏板同时释放制动踏板 不能对转向盘施加任何转向力矩
4. 主动泊车系统完成	**学习提示：** 主动泊车系统完成后通过仪表显示出提示。

二、系统部件

主动泊车系统由泊车按钮 E581、左前泊车转向传感器、右前泊车转向传感器、前部泊车传感器（4 个）、后部泊车传感器（4 个）、轮速传感器、电动助力转向装置、ESP 控制单元、泊车转向控制单元 J791、泊车蜂鸣器（前/后）以及转向开关等组成。



主动泊车系统相关部件

主动泊车系统	E266 – 泊车辅助系统按钮	E581 – 主动泊车系统按钮
	G203 – 左后主动泊车系统传感器	G204 – 后部左中主动泊车系统传感器
	G205 – 后部右中主动泊车系统传感器	G206 – 右后主动泊车系统传感器
	G252 – 右前主动泊车系统传感器	G253 – 前部右中主动泊车系统传感器
	G254 – 前部左中主动泊车系统传感器	G255 – 左前主动泊车系统传感器
	G568 – 左前主动泊车系统传感器，车辆左侧	G569 – 右前主动泊车系统传感器，车辆右侧
	G716 – 左后主动泊车系统传感器，车辆左侧	G717 – 右后主动泊车系统传感器，车辆右侧
	H15 – 后部泊车蜂鸣器	H22 – 前部泊车蜂鸣器
	J791 – 主动泊车系统控制单元	K136 – 泊车辅助系统指示灯
	K241 – 主动泊车系统指示灯	

（续）

主动泊车系统相关部件		
ESP 控制系统	G85 – 转向盘转角速度传感器	G269 – 转向力矩传感器
	J500 – ESP 控制单元	V187 – 电控助力转向电动机
制动系统	F – 制动灯开关	G44 – 右后车轮转速传感器
	G45 – 右前车轮转速传感器	G46 – 左后车轮转速传感器
	G47 – 左前车轮转速传感器	J104 – ABS 控制单元
发动机和变速器管理系统	F4 – 倒车灯开关	F416 – 一键起动/停止按钮
	J217 – 自动变速器控制单元	J623 – 发动机控制单元
	J519 – 车载电网控制单元	
组合仪表和转向柱电子装置	E2 – 转向灯开关	E86 – 多功能显示器调用按钮
	G17 – 车外温度传感器	J285 – 组合仪表内的控制单元
	J527 – 转向柱电子装置控制单元	J533 – 数据总线诊断插座

三、系统诊断

主动泊车系统利用 VAS5052 诊断仪，使用地址码 10 进行自诊断。如在“读取测量值”功能中，与主动泊车系统的控制单元 J791 进行诊断通信时，可调出单个传感器的测量值，还可以显示出车辆距离障碍物的距离。此外，通过模拟障碍物可以测试出传感器的功能好坏。

本项目小结

- 主动泊车系统由泊车按钮、左前泊车转向传感器、右前泊车转向传感器、前部泊车传感器、后部泊车传感器、轮速传感器、电动助力转向装置、ESP 控制单元、泊车转向控制单元 J791、泊车蜂鸣器以及转向开关等组成。
- 利用 VAS5052 诊断仪和地址码 10 进行自诊断。

第 13 堂课　转向系统技术



学习目标

1. 通过学习电控液压转向系统组成与原理，掌握其他车型转向系统的知识要点。
2. 通过学习奥迪 A3 全电动助力转向系统结构与工作原理，掌握全电动助力转向系统的诊断。

项目一　电控液压转向系统



知识链接

电控液压助力转向系统（Electro – Hydraulic Power Assist Steering，EHPAS）主要分为两种：一种是在机械液压助力转向系统的基础上增加了控制液体流量的电磁阀、车速传感器以及转向控制单元等，转向控制单元根据车速信号控制电磁阀，从而通过控制液体流量实现了助力作用随车速变化的功能；另一种助力转向系统用由电动机驱动的液压泵代替了机械液压助力转向系统中的机械液压泵，而且增加了车速传感器、转向盘转角速度传感器及转向控制单元等部件。

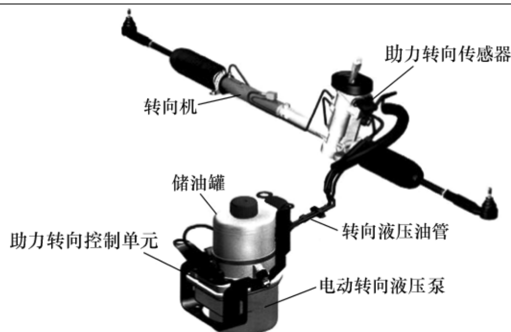
以新马自达 3 为例，该系统采用了独立于发动机工作的电动转向液压泵，其通过对转向盘转角速度传感器提供的转向速度和来自动力系统控制单元的车速和发动机转速信号的计算，调节输出至电动机的助力电流，从而实现对转向助力程度的控制。

重点掌握

- 电控液压转向系统组成与原理
- 助力转向匹配方法

一、系统组成与原理

电控液压转向系统主要由储油罐、助力转向控制单元（或 EHPAS 控制单元）、电动转向液压泵、转向机、助力转向传感器及 EHPAS 指示灯等组成。工作时助力转向控制单元根据车辆的行驶速度和助力转向传感器等输入信号计算出理想的输出信号，然后控制电动转向液压泵工作，通过液压油为转向机提供助力。



学习提示：

当汽车低速行驶时，助力转向控制单元控制电动转向液压泵输出较大的功率，使驾驶人可以轻松地转动转向盘；当汽车高速行驶时，助力转向控制单元控制电动转向液压泵输出较小的功率，使驾驶人在操纵转向盘时比较稳定，从而实现了车速感应式转向。

（续）

主要部件功能	
1. 助力转向控制单元	1）助力转向控制单元接收来自发动机控制单元的车速信号或发动机转速信号，以及来自助力转向传感器的角速度信号，并计算出理想的控制电流输出给电动转向液压泵，以控制助力力矩的大小和方向。
	2）当系统存在故障时，助力转向控制单元会存储故障码并点亮仪表板上的 EHPAS 指示灯。当监测到系统内部出现严重故障时，助力转向控制单元会切断助力转向系统，此时机械转向系统仍然正常。
	3）助力转向控制单元在适当的时候会启动临界状态控制程序。 **学习提示：** 当转向机转动至极限位置时，由于此时助力转向系统的电动转向液压泵不能再转动，所以通过电流就会达到最大值。为了避免持续大电流导致电动转向液压泵和助力转向控制单元损坏，当较大电流连续时间超过 30s 后，助力转向控制单元就会控制电流逐渐减小。当这种状态消失后，助力转向控制单元就会根据需要控制电流逐渐增大，直到达到正常工作电流值。
2. 电动转向液压泵	电动转向液压泵采用电动机式液压泵为转向机提供油压动力源。 **学习提示：** 在更换液压油或更换助力转向系统部件导致空气进入液压管路时，需要执行排气程序，否则会导致转向时产生噪声或振动的异常情况。
3. 助力转向传感器	助力转向传感器通常是霍尔式传感器，内置于转向机内，它持续监控转动角速度，以作为助力转向控制单元控制助力的参考依据。 **学习提示：** 当驾驶人猛打转向盘时，助力转向传感器会感知这一变化并会向助力转向控制单元发出信号，然后控制电动转向液压泵的转速迅速提高，助力作用会瞬间增大，以便车辆顺利完成转向动作。

二、系统检修

1. 转向力的检查	1）确认装配的轮胎尺寸和轮胎气压符合规定。
	2）车辆处在一个坚硬水平的表面时，将车轮置于笔直向前位置。
	3）拆下驾驶人侧安全气囊。
	4）起动发动机，并使其怠速运转，确认 EHPAS 指示灯不亮。
	5）使用力矩扳手检查转向力，应为 7.8N·m。 **一点通：** 当转向力不在规定范围内，应检查转向系统是否有空气、转向液压油管或连接器是否有液压油渗漏、电动转向液压泵和转向机是否工作等。

（续）

2. 助力转向匹配方法	1）找到仪表板下方 16 针诊断座，打开点火开关。
	2）选择“防抱死制动系统”。
	3）读码并清除故障记忆。
	4）读取数据流。
	5）查看助力转向传感器数据。当转向盘摆正时数据显示 0°，转动转向盘时数据将随转向盘的转动而变化，说明助力转向传感器良好。否则需要检修线路或更换助力转向传感器。
	6）打正转向盘，使数据流显示 0°。
	7）选择“助力转向传感器初始化”选项。
	8）提示“初始化完成”，关闭钥匙，退出软件即可。

一点通：

1）电控液压转向系统助力不良，应排除 EHPAS 故障码、转向机故障、转向液压油管渗漏和 EHPAS 控制单元故障等。

2）电动转向液压泵噪声过大，应排除储油罐液位过低、转向液压油管中有空气存在、电动转向液压泵安装不良和支座橡胶（位于支架上）劣化等异常情况。

本项目小结

- 电控液压转向系统主要由储油罐、助力转向控制单元、电动转向液压泵、转向机及助力转向传感器、EHPAS 指示灯等组成。
- 电控液压转向系统通过液压油为转向机提供助力。
- 电控液压转向系统更换助力转向控制单元及助力转向传感器等相关电气系统后应执行“助力转向匹配方法”程序。

项目二　全电动助力转向系统



知识链接

全电动助力转向系统（Electric Power Steering，EPS）由电动助力转向电动机直接提供转向助力，省去了液压动力转向系统所必需的电动转向液压泵、转向液压油管等，同时还具有调整简单、装配灵活以及在多种状况下都能提供转向助力的特点。

驾驶人在操纵转向盘进行转向时，转向力矩传感器检测到转向盘的转向以及转矩的大小，将电压信号输送到电子控制单元，向助力转向电动机发出指令，使电动机输出相应大小和方向的转向助力转矩，从而产生辅助动力。汽车不转向时，电子控制单元不向助力转向电动机发出指令，电动助力转向系统不工作。

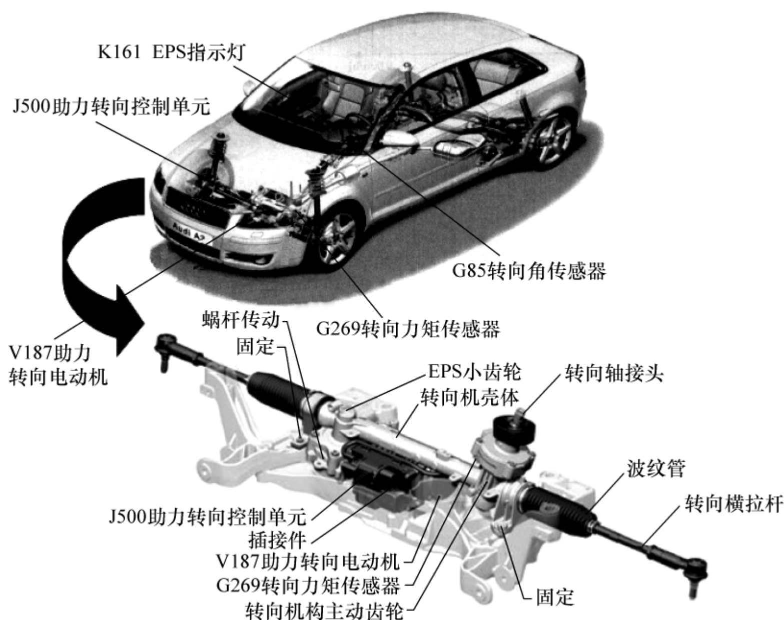
重点掌握

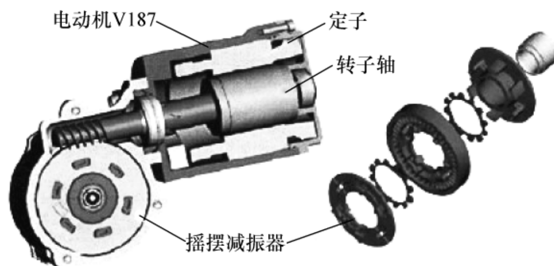
- 全电动助力转向系统组成与原理
- 全电动助力转向系统的主要部件功能

一、系统组成与原理

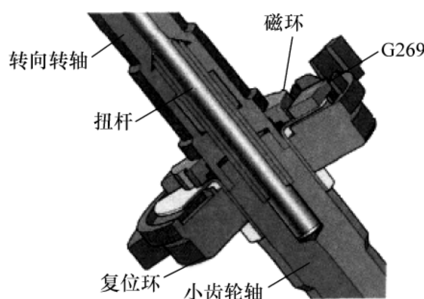
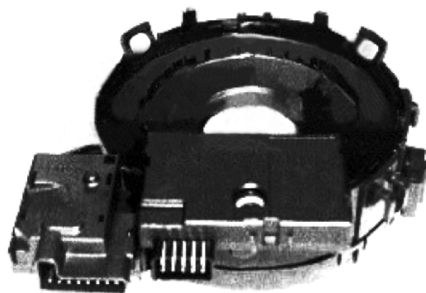
奥迪 A3 全电动助力转向系统由 G269 转向力矩传感器、J500 助力转向控制单元（或 ESP 电子控制单元）、V187 助力转向电动机、K161 EPS 指示灯及转向机、蓄电池等部件组成。

全电动助力转向系统通过 G269 转向力矩传感器感知到转向盘的力矩和转动的方向，这些信号会通过数据总线发送给 J500 助力转向控制单元，然后向 V187 助力转向电动机发出动作指令，使电动机工作而产生辅助动力。



主要部件功能	
1. V187 助力转向电动机	V187 助力转向电动机是一个异步电动机，安装在一个铝质壳罩中。转子轴在输出侧呈蜗杆状，蜗轮驱动小齿轮用于转向助力支持。驱动轮与小齿轮之间的摇摆减振器可以保证活动自如。 

（续）

主要部件功能	
2. G269 转向力矩传感器	G269 转向力矩传感器的磁环通过一个转向转轴与扭杆的上部分固定连接在一起，位于与扭杆的上部分固定连接在一起的小齿轮轴上。它通过扭杆旋转在磁环与传感器之间产生一个相对运动，然后由控制单元计算出磁电阻的变化而发出信号。
	 **学习提示：** 如果转向助力系统识别 G269 有故障，控制单元将由转向角及电动机转子转速构成一个转向力矩替代信号。
3. G85 转向角传感器	G85 传感器属于光电传感器，它以挡块的变化来计算转角和转角速度，安装在转向柱上。 G85 传感器将信号传给转向柱控制单元，然后通过 CAN 总线将转角速度信号传到助力转向控制单元。 **学习提示：** 更换 G85 传感器时，必须重新校准并初始化传感器 G85 ，然后重新对控制单元进行编码。 
4. J500 助力转向控制单元	J500 控制单元在输入信号的基础上获得当前所需要的辅助力矩，然后计算出励磁电流的电流强度，并且触发 V187 助力转向电动机。 **学习提示：** ① J500 控制单元中安装有一个温度传感器，它能够测量输出级的温度，如果温度过高，功率输出及转向助力将减小。电动机失效后助力转向系统将停止工作，同时指示灯常亮。 ② 电动机和控制单元连接在一起，损坏后需整体更换。

（续）

主要部件功能	
5. K161 指示灯	指示灯位于仪表中，它用于显示系统故障，通过指示灯亮起并同时激发三次连续铃声提醒驾驶人。

二、系统诊断

1. 自诊断	在正常条件下，当点火开关打开至 ON（II）时，EPS 指示灯亮起，然后在发动机起动时熄灭。这表明 LED 及其电路运行正常。如果在发动机起动后系统出现故障，则 EPS 指示灯将一直亮着，且电动转向助力系统将关闭。 当 EPS 指示灯亮起时，控制装置将存储 DTC。在此情况下，重新起动发动机后，控制装置将不会激活 EPS 系统，但它将使 EPS 指示灯保持亮起状态。
2. 助力转向匹配方法	选择专项机构→选择匹配功能 10→选择匹配通道 00。匹配转向锁止也是根据 J500 的 48 匹配动力转向基本设置而完成的。
	1）转动转向盘到中间位置（±10°），转向盘必须在此处位置停留，并且保证没有施力。
	2）平顺地转动转向盘到左边极限位置，并短时间保持几秒。
	3）平顺地转动转向盘到右边极限位置，短时间保持几秒。
	4）将转向盘重置到中间位置，正负 10°。
	5）在退出诊断仪之前，首先关闭发动机点火开关，然后断开诊断设备。

一点通：

电动助力转向系统出现转向助力不良时应排除 EPS 故障码、转向机和拉杆机构故障、助力转向电动机和 EPS 电子控制单元故障等。

本项目小结

- 全电动助力转向系统由转向力矩传感器、助力转向控制单元、助力转向电动机、指示灯及转向机和蓄电池等组成。
- 全电动助力转向系统具有自诊断功能，利用诊断仪即可诊断。

第 14 堂课　悬 架 技 术



学习目标

1. 通过学习雷克萨斯 GS350 自适应可变悬架系统组成与原理，掌握其他车型自适应可变悬架系统的知识要点。

2. 通过学习奥迪 A8L 空气悬架系统结构与工作原理，掌握空气悬架系统的诊断。

项目一　雷克萨斯 GS350 自适应可变悬架系统



知识链接

自适应可变悬架系统（Adaptive Variable Suspension，AVS）能够通过传感器监测路面的变化，随时改变悬架阻尼的软硬调校和行程，使悬架系统的刚度、减振器的阻尼力及车身高度等参数得以改变，从而使汽车具有良好的乘坐舒适性和操纵稳定性。

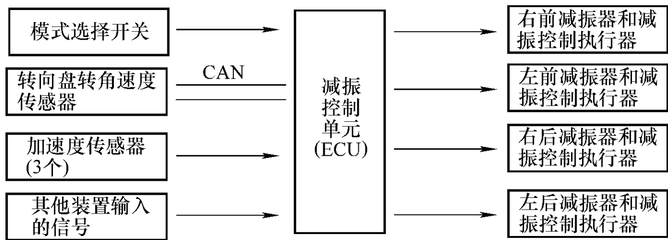
重点掌握

- 自适应可变悬架系统结构
- 自适应可变悬架系统元件的工作原理

一、结构与元件的工作原理

AVS 系统主要包括加速度传感器（3 个）、转向盘转角速度传感器、模式选择开关、减振器和减振控制执行器。

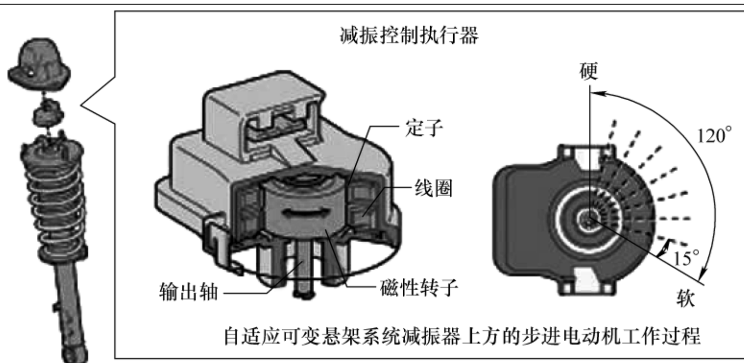
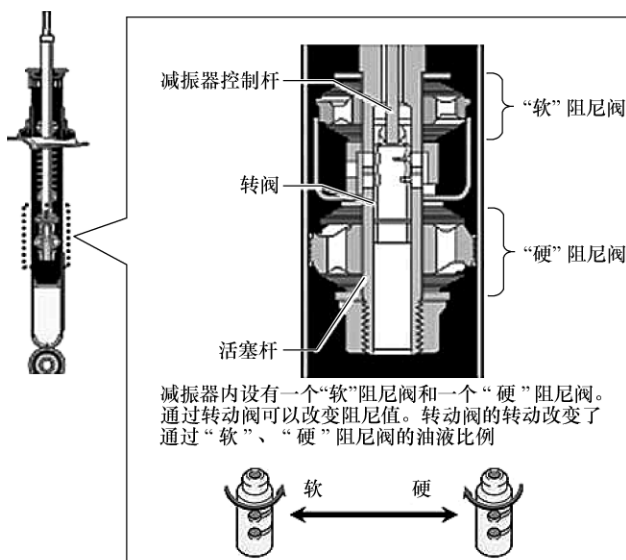
减振控制单元（ECU）接收转向盘转角速度传感器、加速度传感器（3 个）和其他装置输入的信号，对信号进行过滤处理和放大并转换成 ECU 能够识别的数字信号传递给 ECU，然后经过 ECU 运算处理，并将处理数据送至输出电路。输出电路将数字信息的功率放大，使其驱动被控制的减振控制执行器工作。



主要部件

1. 加速度传感器（3 个）	加速度传感器主要检测车身上方的垂直加速率，一个位于减振控制单元（ECU）中，一个位于仪表台中杂物箱的前面，另一个位于行李箱中。
2. 转向盘转角速度传感器	转向盘转角速度传感器主要检测所有的转向方向，并将信息传输到减振控制单元（ECU）。它位于组合开关内，由两组电磁阻滤芯组成，依靠检测电磁阻内随检测齿轮旋转运动而发生的变化，从而检测转向盘的旋转方向。

（续）

<table>
<tr><th colspan="3">主要部件</th></tr>
<tr><td rowspan="2">3. 模式选择开关</td><td colspan="2">模式选择开关位于中央仪表台上，驾驶人可根据需要通过开关选择减振器的阻尼模式，包括标准模式（NORMAL）、经济模式（ECO）、运动模式（SPORT S）以及运动增强模式（SPORT S+）。</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">4. 减振器和减振控制执行器</td><td colspan="2">减振控制执行器中的步进电动机转动活塞上的回转阀来改变连接上部和下部活塞的开度，以达到改变减振器阻尼力的目的。</td></tr>
<tr><td>（1）减振控制执行器</td><td>
自适应可变悬架系统减振器上方的步进电动机工作过程</td></tr>
<tr><td>（2）减振器</td><td>
减振器内设有一个“软”阻尼阀和一个“硬”阻尼阀。通过转动阀可以改变阻尼值。转动阀的转动改变了通过“软”、“硬”阻尼阀的油液比例</td></tr>
</table>

（续）

主要部件	
5. 减振控制单元（ECU）	减振控制单元（ECU）具有多种功能： （1）传感器信号放大　传感器信号放大后变换为适合输入减振控制单元（ECU）的信号。 （2）输入信号的计算　减振控制单元（ECU）根据预先写入只读存储器（ROM）中的程序对各输入信号进行计算，并将计算结果与内存中的数据进行比较后，向执行器发出控制信号。 （3）控制执行器　减振控制单元（ECU）用输出驱动电路将输出驱动信号放大，然后输送到减振控制执行器，如步进电动机、电磁阀、继电器等，以实现对汽车悬架参数的控制。 （4）故障自诊断　减振控制单元（ECU）用故障检测电路来检测传感器、减振控制执行器和线路的故障，当发生故障时，将故障码存储在减振控制单元（ECU），目的在于帮助技术人员修理故障时容易确定故障所在位置。 **学习提示：** 减振控制单元（ECU）由输入电路、微处理器和输出电路等三部分组成。 1）输入信号主要有三种形式：模拟信号、数字信号（包括开关信号）、脉冲信号。 2）微处理器首先完成传感器信号的转换、周期脉冲信号测量和其他有关汽车行驶状态信号的输入处理，然后计算并控制所需的输出值，按要求适时地向执行机构发送控制信号。 3）输出电路信号功率小，使用“+5V”电压，汽车上执行输出电路机构的电源大多数是蓄电池，需要将微处理器的控制信号通过输出处理电路处理后再驱动执行机构。



知识链接

在雷克萨斯 GS 系列上，所有减振器阻尼均为 9 级变化，由 ECU 控制并调整，能够实现以下功能：

1）减速防俯冲控制，制动时前减振器自动调高阻尼，防止车辆点头。

2）加速防后倾控制，加速时后减振器自动升高阻尼，防止后仰。

3）颠簸路面减振器变软，平整路面减振器变硬。

4）弯道中，外侧减振器自动加硬，以增强支撑，减小侧倾。

5）带 VSC 的车型，系统提供对最危险车轮的支撑，确保轮胎实际接地面积，协助 VSC 工作。

6）可选择相适应的模式，但在极端条件下 ECU 将介入干预。

二、故障诊断

1. AVS 系统故障诊断	AVS 系统具有自诊断功能，当 AVS 系统有故障，减振控制单元（ECU）就会检测到，并点亮故障指示灯。AVS 系统在维修时应参照雷克萨斯 GS350 维修手册或相关资料中提供的步骤进行。

（续）

	故障	可能原因
2. 故障排除	（1）AVS 系统不工作	1）AVS 系统指示灯电路断路或短路。 2）减振控制单元（ECU）电源电路断路。 3）减振控制执行器电路断路。 4）减振器工作错误。 5）减振控制单元（ECU）工作错误。
	（2）SPORT S 模式与 NORMAL 模式不能转换	1）AVS 系统指示灯电路断路或短路。 2）模式选择开关电路断路或短路。 3）减振控制单元（ECU）工作错误。
	（3）防侧倾控制不工作	1）车速传感器电路断路或短路。 2）转向盘转角速度传感器电路断路或短路。 3）减振控制单元（ECU）工作错误。

本项目小结

- AVS 系统主要包括加速度传感器、转向盘转角速度传感器、模式选择开关、减振器和减振控制执行器。
- 减振控制单元（ECU）具有将传感器信号放大、输入信号的计算、控制执行器及故障自诊断的功能。
- 自适应可变悬架系统主要通过减振控制单元（ECU）发出控制指令驱动被控制的减振控制执行器工作。

项目二　奥迪 A8L 空气悬架系统



知识链接

奥迪 A8L 空气悬架系统（Adaptive Air Suspension，AAS）即可调空气悬架，它可以根据车辆速度的不同来调整车身的高度，增强车辆在各种速度时的稳定性。

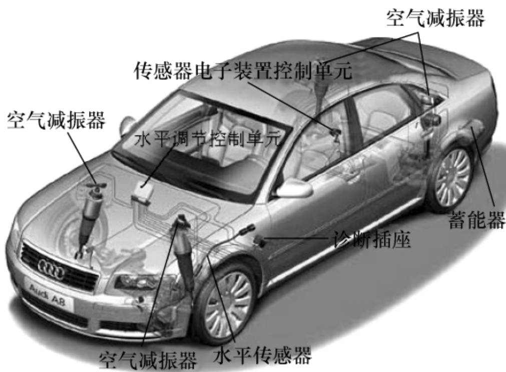
此外，可调空气悬架的每一个空气减振器都单独作用于一个车轮，空气减振器中可变化的空气量能改变减振器的刚度或车辆的底盘高度。当车辆行驶时，AAS 系统随时通过车身和驱动桥上的传感器决定当时的行驶状态。当车辆行驶在凹凸路面剧烈摆动时，空气减振器可立即调整。

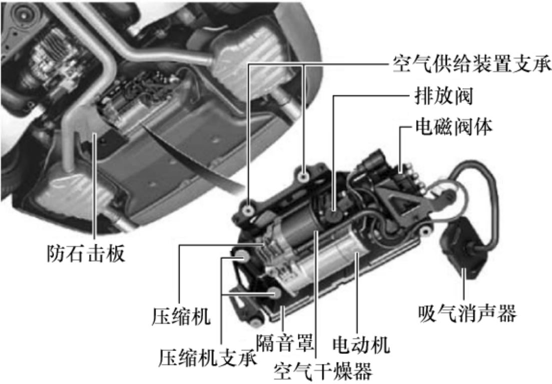
重点掌握

- 空气悬架结构与元件的工作原理
- 空气悬架系统故障诊断

一、结构与元件的工作原理

奥迪轿车空气悬架主要由空气减振器、水平调节控制单元、蓄能器、水平传感器、传感器电子装置控制单元、诊断插座及空气供给装置等组成。



主要部件	
1. 水平调节控制单元J197	2. 空气供给装置
水平调节控制单元J197通过数据总线系统接收来自传感器电子装置控制单元J849的车辆加速度最新信息。	空气供给装置包括干式电动机、压缩机、空气干燥器、吸气消声器、电磁阀体、排放阀和相应的气动管路等。
3. 蓄能器	4. 水平传感器
蓄能器的容量为5.8L，蓄压压力为1800kPa。蓄能器的作用是提高系统的“随时可用性”。	水平传感器主要用于检测车身水平的高度。

（续）

主要部件	
5. 传感器电子装置控制单元	6. 空气减振器
传感器电子装置控制单元为水平调节控制单元提供车辆纵向加速度、横向加速度、竖轴方向加速度、偏摆率、俯仰率和振摆率信息。	空气减振器是无级调节式双筒减振器，调节阀位于减振器活塞上。 紧固螺栓 钢板圆筒 减振器支座 供电接口 折叠支架 空气弹簧膜片 外导向部分 开卷活塞 波纹管 **学习提示：** 如果空气悬架有故障，减振器调节阀电流为 0A，阻尼力变大，减振器变硬，以保证动态行驶稳定性。

二、故障诊断

1. 匹配操作	1）选择 34—自适应空气悬架。
	2）选择 16—授权登录。
	3）输入登陆密码 31564。
	4）确认。
	5）选择 10—通道调整匹配。
	6）通道号 01（左前），输入高度值 。
	7）通道号 02（右前），输入高度值 。
	8）通道号 03（左后），输入高度值 。
	9）通道号 04（右后），输入高度值 。
	10）通道号 05 ，输入值 1 。
	11）确认完成。

2. 数据流读取

测量值块 001

显示	项目
1	空
2	执行器供电电压（8.5 ~15.5 V）
3	车速（0 ~255 km/h）

（续）

4	各种状态 0 位：1 – 检测到极限高度（指示灯闪烁）；0 – 未检测到极限高度 1 位：1 – 驱动过程中检测到失真；0 – 未检测到失真 2 位：1 – 检测到车辆倾斜；0 – 未检测到车辆倾斜 3 位：1 – 检测到控制要求；0 – 未检测到控制要求 4 位：保留 5 位：检测到拖车牵引；0 – 未检测到拖车牵引 6 位：1 – 起动机端子 50 启动；0 – 起动机端子 50 未启动

测量值块 002

显示	项目
1	车门状态（车门关闭/车门打开/锁止/不可信）
2	尾门（尾门打开/尾门关闭/锁止/不可信）
3	右侧电压幅度传感器电源（0～6. 375 V）
4	左侧电压幅度传感器电源（0 ～6. 375 V）

测量值块 003

显示	项目
1	蓄能器压力（0 ～2550kPa）
2	当前压力传感器信号（0 ～2550kPa）
3	压力传感器供电电压（0～6. 375V）
4	空

测量值块 004

显示	项目
1	相对标准高度的高度偏差，左前（ –127～128 mm）
2	相对标准高度的高度偏差，右前（ –127～128 mm）
3	相对标准高度的高度偏差，左后（ –127～128 mm）
4	相对标准高度的高度偏差，右后（ –127～128 mm）

测量值块 005

显示	项目
1	车辆绝对高度，左前（车轮中央至挡泥板）（0～535. 5 mm）
2	车辆绝对高度，右前（车轮中央至挡泥板）（0～535. 5 mm）
3	车辆绝对高度，左后（车轮中央至挡泥板）（0 ～535. 5 mm）
4	车辆绝对高度，右后（车轮中央至挡泥板）（0 ～535. 5 mm）

测量值块 006

显示	项目
1	计算模式压缩机温度（ –50～205 ℃）
2	测得的压缩机温度（ –50 ～ 205 ℃）
3	可能来自存储器的调节（是/否）
4	压缩机继电器（继电器接通/继电器切断）

（续）

测量值块 007	
显示	项目
1	电磁阀降低（开/关）
2	蓄压阀（开/关）
3	压缩机继电器（开/关）
4	当前压力传感器信号（0 ~2550 kPa）
测量值块 008	
显示	项目
1	左前空气弹簧阀（开/关）
2	右前空气弹簧阀（开/关）
3	左后空气弹簧阀（开/关）
4	右后空气弹簧阀（开/关）
测量值块 009	
显示	项目
1	自适应悬架状态 1 = 休眠　10 = 不相关　11 = 不相关　20 = 标准 1 模式 21 = 标准 1，发动机关闭，车门打开 22 = 标准 1，发动机关闭，车门关闭 30 = 标准 2 模式 31 = 标准 2，发动机运行，车门打开 32 = 标准 2，发动机运行，车门关闭 33 = 停止模式 40 = 驱动模式 44 = 动态高度状态下驾驶 45 = 在高速公路模式中驾驶 55 = 自动高度状态下驾驶 88 = 高度提升状态下驾驶 100 = 驾驶，没有调节 111 = 起重机
2	减振器紧急运行定义 0 位 = 制动器模块停用 1 位 = 固定电流减振器控制 2 位 = 无源振震器
3	自适应悬架状态 0 位：1 – 检测到极限高度（指示灯闪烁）；0 – 未检测到极限高度 1 位：1 – 驱动过程中检测到失真；0 – 未检测到失真 2 位：1 – 检测到车辆倾斜；0 – 未检测到车辆倾斜 3 位：1 – 检测到控制要求；0 – 未检测到控制要求 4 位：保留 5 位：检测到拖车牵引；0 – 未检测到拖车牵引 =0 6 位：1 – 起动机端子 50 启动；0 – 起动机端子 50 未启动

（续）

显示	项目
4	空
测量值块010	
显示	项目
1	紧急运行定义1，高度 0位：无自适应悬架 1位：压缩机没有打开，只有使用足够的蓄能器压力才能抬升 2位：禁用蓄能器功能 3位：禁用蓄能器功能和负荷测量 4位：使用温度模型监控压缩机运行 5位：使用右侧的传感器进行车轴方向平均值计算，只调节标准高度 6位：使用左侧的传感器进行车轴方向平均值计算，只调节标准高度 7位：使用右前传感器进行前桥的平均值调整
2	紧急运行定义2，高度 0位：使用左前传感器进行前桥的平均值调整 1位：使用右后传感器进行前桥的平均值调整 2位：使用左后传感器进行后桥的平均值调整 3位：打开车门进行调整 4位：不根据速度进行高度调整，无法选择高位 5位：无法降低车辆 6位：牵引时的自适应悬架 7位：自适应悬架未校准
3	0位：使用CAN“车速”信息替代“发动机运行” 1位：发动机打开时使用过滤器和压缩机进行标准高度调整 2位：点火开关打开时使用过滤器和压缩机进行标准高度调整 3位：响应ESP故障 4位：驾驶过程中降低至标准高度，随后锁定高位并停用调整 5位：自适应悬架，只通过车速进行静止/驾驶转换 6位：ESP强制启用 7位：降低至标准高度，随后停用调整
4	空
测量值块011	
显示	项目
1	相对于左前默认值的高度偏差（－127～128 mm）
2	相对于右前默认值的高度偏差（－127～128 mm）
3	相对于左后默认值的高度偏差（－127～128 mm）
4	相对于右后默认值的高度偏差（－127～128 mm）
测量值块012	
显示	项目
1	左前车身加速信号（0～5.1 V）
2	右前车身加速信号（0～5.1 V）

（续）

测量值块 012	
显示	项目
3	后部车身加速信号（0 ~5.1 V）
4	电源电压，车身加速传感器（0 ~ 16.575 V）
测量值块 013	
显示	项目
1	左前减振器阀电流（0 ~2040 mA）
2	右前减振器阀电流（0 ~2040 mA）
3	左后减振器阀电流（0 ~2040 mA）
4	右后减振器阀电流（0 ~2040 mA）
测量值块 014	
显示	项目
1	左前减振器阀电流（0 ~2040 mA）
2	左前减振器启用脉冲宽度（0 ~ 99.6 %）
3	右前减振器阀电流（0 ~2040 mA）
4	右前减振器启用脉冲宽度（0 ~ 99.6 %）
测量值块 015	
显示	项目
1	左后减振器阀电流（0 ~ 2040 mA）
2	左后减振器启用脉冲宽度（0 ~99.6 %）
3	右后减振器阀电流（0 ~2040 mA）
4	右后减振器启用脉冲宽度（0 ~ 99.6 %）
测量值块 020	
显示	项目
1	控制器状态 0 位：运输模式 1 位：负荷模式 2 位：起重机模式 3 位：控制关闭 4 位：默认位置未学习
2	拖车牵引 0 位：牵引
3	空
4	空
3. 检修注意事项	1）起重机模式，系统可以自动识别被举升，随后就终止所有调节过程。
	2）新控制单元安装后要进行在线编码。
	3）负荷模式（比基本高度高 50mm）：车速超过 100km/h 或行驶距离超过 50km 后自动脱离该模式。
	4）运输模式：控制单元处于休眠状态，发动机起动时自动脱离该模式，装载模式总是先于运输模式先激活。

（续）

<table>
<tr><th>显示</th><th colspan="2">项目</th></tr>
<tr><td rowspan="4">3. 检修注意事项</td><td colspan="2">5）空气弹簧减振器安装前，需要借助空气弹簧充气单元 VAS6231 充注氩气等惰性气体至 500kPa。</td></tr>
<tr><td colspan="2">6）车辆举升前，需要使用 MMI 系统将空气悬架系统设置在“更换车轮”状态。</td></tr>
<tr><td>MMI 系统操纵面板按键开关</td><td>MMI 系统显示界面</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>

本项目小结

- 奥迪轿车空气悬架系统主要由空气减振器、水平调节控制单元、蓄能器、水平传感器、传感器电子装置控制单元和诊断插座等组成。
- 利用诊断仪即可匹配操作空气悬架系统。

第四部分　安全辅助系统

第 15 堂课　汽车安全新技术



学习目标

1. 通过学习新马自达 3 汽车安全气囊系统组成与原理及诊断，掌握智能安全气囊系统知识要点。
2. 通过学习本田里程发动机盖弹升技术结构与原理，掌握行人碰撞保护技术的功用。
3. 通过学习沃尔沃行人安全气囊系统技术结构与原理，掌握行人碰撞保护技术的功用。

项目一　智能安全气囊系统技术



知识链接

智能安全气囊系统技术是指当车辆处于失控状况时对乘坐人员进行被动保护，它主要通过碰撞传感器、乘客感知传感器和安全带感知传感器等来获取判断所需要的信息。安全气囊控制单元（SRS 控制单元）采集所有的信息，然后通过整个状况的确定来控制安全气囊的开启强度。

重点掌握

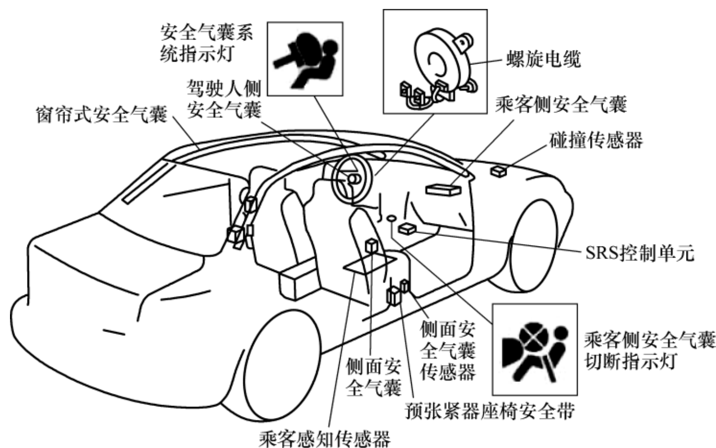
- 智能安全气囊系统组成与原理
- 故障数据流诊断

一、系统组成与原理

新马自达 3 汽车安全气囊系统由碰撞传感器、侧面安全气囊传感器、乘客感知传感器、SRS 控制单元、驾驶人侧安全气囊、乘客侧安全气囊、窗帘式安全气囊、螺旋电缆及气囊指示灯组成。

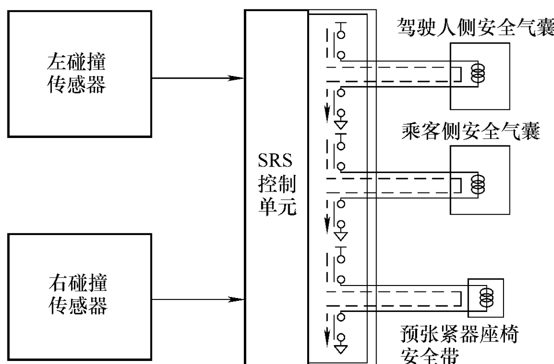
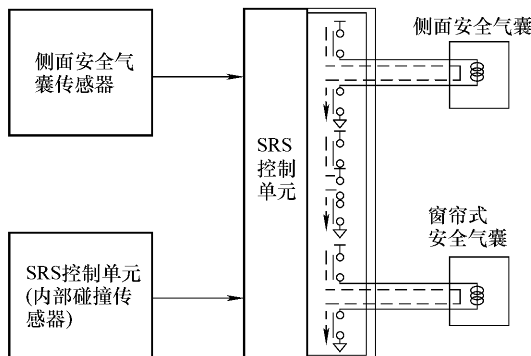
当汽车发生碰撞时，由碰撞传感器、侧面安全气囊传感器、乘客感知传感器等判断撞车程度并将感应信号传递给 SRS 控制单元，然后由 SRS 控制单元对碰撞信号进行识别，对中等和严重程度的碰撞，SRS 控制单元发出指令指示安全气囊内的引爆装置工作，在极短的时间内产生一定量的气体向气囊充气以达到保护乘员的目的。

（续）



学习提示：

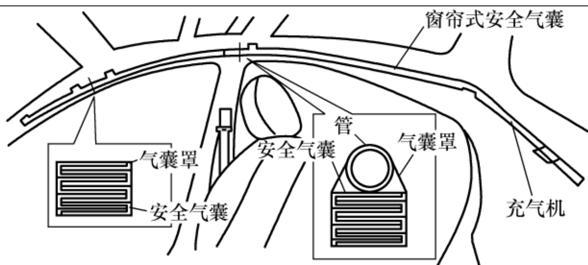
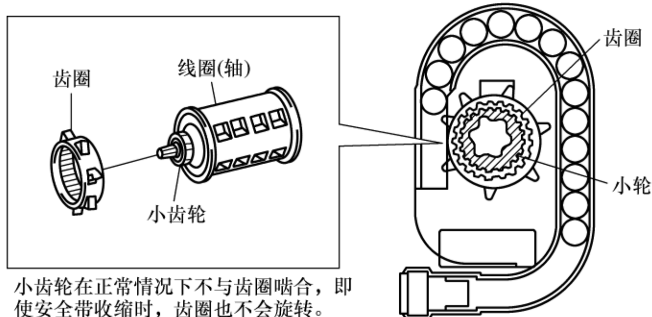
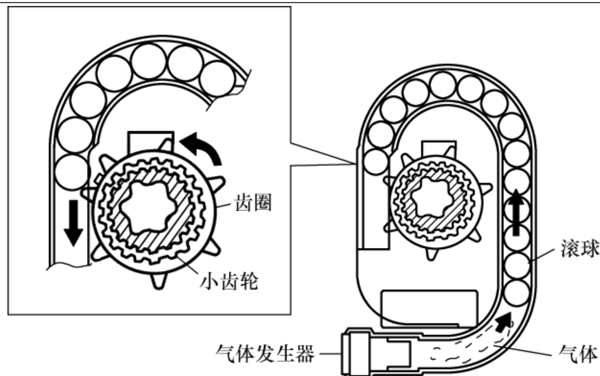
气囊充气后迅速膨胀形成枕头状气囊，而当人体一接触气囊时气囊的泄气孔就逐渐泄气，从而保证驾驶人或乘客的安全。

主要部件	
1. 前部安全气囊	当车辆前方或侧前方发生碰撞时，碰撞传感器探测到冲击度并转换为一个电信号发送给 SRS 控制单元，SRS 控制单元将得到的值与预设值进行比较。如果 SRS 控制单元确定车辆受到冲击，则向前部安全气囊发出展开信号。
	
2. 侧面安全气囊	当车辆横向发生碰撞时，侧面安全气囊传感器以及 SRS 控制单元内的碰撞传感器探测到冲击度并转换为一个电信号发送给 SRS 控制单元，SRS 控制单元将得到的值与预设值进行比较。如果 SRS 控制单元确定车辆受到冲击，则向侧面安全气囊和窗帘式安全气囊发出展开信号。
	

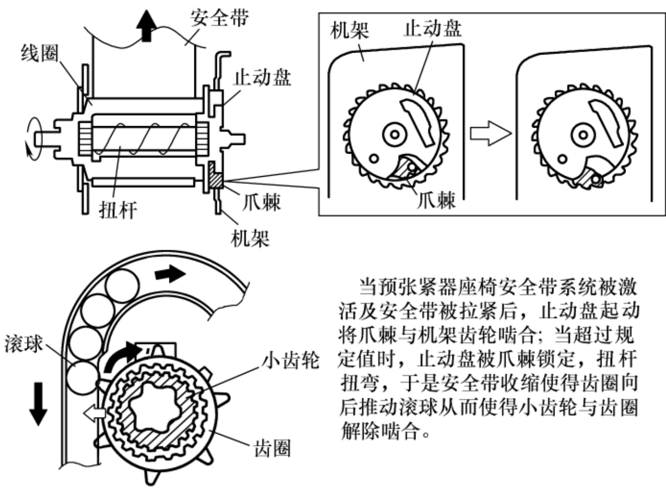
（续）

主要部件	
3. 驾驶人侧安全气囊工作原理	当驾驶人侧安全气囊接收到展开信号后，内置于安全气囊内的引爆装置开启积聚热量，然后点燃气爆介质并释放氮气，氮气在滤清器中冷却、过滤后喷射到安全气囊中。
4. 乘客侧安全气囊工作原理	当乘客侧安全气囊接收到展开信号后，内置于安全气囊内的引爆装置开启积聚热量，然后点燃气爆介质并释放氮气，氮气在滤清器中冷却、过滤后喷射到安全气囊中。
5. 侧面安全气囊工作原理	当侧面安全气囊接收到展开信号后，内置于安全气囊内的引爆装置开启积聚热量，然后点燃气爆介质并释放氩气，氩气冲破阻碍喷射到安全气囊中。

（续）

主要部件	
6. 窗帘式安全气囊工作原理	当窗帘式安全气囊接收到展开信号后，内置于安全气囊内的引爆装置开启积聚热量，然后点燃气爆介质并释放氩气，氩气冲破阻碍喷射到安全气囊中。
	  **学习提示：** 窗帘式安全气囊由充气机、管、气囊罩及安全气囊组成，安装在 A 柱与 B 柱之间车顶的边沿处。
7. 预张紧器座椅安全带	当车辆受到来自前方或侧前方的碰撞时，预张紧器座椅安全带系统接收到来自 SRS 控制单元的运行信号时及时收缩并拉紧在驾驶人及乘客身上的安全带。
	 小齿轮在正常情况下不与齿圈啮合，即使安全带收缩时，齿圈也不会旋转。
	 当预张紧器座椅安全带系统接收到来自SRS控制单元的运行信号，气体将会从一个气体发生器中产生，将管道中的滚球向上顶，于是滚球移动使齿圈旋转，然后带动小齿轮旋转使线圈向收缩方向旋转而拉紧安全带。

（续）

主要部件	
7. 预张紧器座椅安全带	 预张紧器座椅安全带激活后

二、系统诊断

1. 自诊断功能
当安全气囊系统指示灯点亮或闪烁，说明安全气囊系统存在故障，可以通过指示灯闪烁读取 DTC。
2. 通过读取故障数据流诊断

项目	工作状态
BUCKLE_ D （ 驾驶人侧安全带扣开关状态）	未扣紧/已扣紧 驾驶人侧安全带扣环开关开启：未扣紧 驾驶人侧安全带扣环开关关闭：已扣紧
BUCKLE_ P （ 乘客侧安全带扣环开关状态）	未扣紧/已扣紧 乘客侧安全带扣环开关开启：未扣紧 乘客侧安全带扣环开关关闭：已扣紧
IGN_ V （IG1 电压）	点火开关转至 ON 位置：B +
PSAB_　Dep St （乘客侧安全气囊展开状态）	无效/有效 乘客侧安全气囊未运行（未展开）状态：无效 乘客侧安全气囊展开启用状态：有效
RES_ AB_ D （ 驾驶人侧安全气囊电阻）	1. 61 ~ 5. 77Ω
RES_ AB_ P （ 乘客侧安全气囊电阻）	1. 10 ~ 5. 77Ω
RES_ CAB_ D （ 驾驶人侧帘式安全气囊电阻）	1. 10 ~ 9. 64Ω
RES_ CAB_ P （ 乘客侧窗帘式安全气囊电阻）	1. 10 ~ 9. 64Ω

（续）

项目	工作状态
RES_ LPT_ D （腰部预张紧器座椅安全带电阻正常）	1. 10 ~ 5. 77Ω
RES_ PT_ D （驾驶人侧预张紧器座椅安全带电阻正常）	1. 10 ~ 5. 77Ω
RES_ PT_ P （乘客侧预张紧器座椅安全带电阻正常）	1. 10 ~ 5. 77Ω
RES_ SAB_ D （ 驾驶人侧安全气囊电阻）	1. 10 ~ 9. 64Ω
RES_ SAB_ P （ 乘客侧安全气囊电阻）	1. 10 ~ 9. 64Ω

本项目小结

- 汽车安全气囊系统主要部件有驾驶人侧安全气囊、乘客侧安全气囊、侧面安全气囊和窗帘式安全气囊。
- 汽车安全气囊系统由传感器判断撞车程度并将感应信号传递给 SRS 控制单元，然后由 SRS 控制单元对碰撞信号进行识别决定是否让点火器点火，使气体发生器在极短的时间内产生一定量的气体向气囊充气。
- 汽车安全气囊系统主要应用故障诊断仪进行分析。

项目二　行人碰撞保护技术



知识链接

行人碰撞保护技术是指在碰到行人之后能够减少行人碰撞在车辆较硬的部分造成更严重的伤害的技术。目前主要有智能安全保障系统、发动机盖弹升技术以及行人安全气囊系统等先进技术。

重点掌握

- 发动机盖弹升技术系统组成与原理
- 行人安全气囊系统组成与原理

一、发动机盖弹升技术

学习提示：

发动机盖弹升技术（Pop – up Hood）使发动机在汽车发生碰撞时瞬间鼓起，使人体不是碰撞在坚硬车壳上，而是碰撞在柔性与圆滑的表面上。在检测到撞人之后，车辆就会自动启动发动机盖弹升控制单元（ECU），车内配备的弹射装置便可瞬间将发动机盖提高，相当于在人落下时在下面垫了气垫。

1. 系统结构与原理

（1）系统结构	本田里程发动机盖弹升系统由发动机盖弹升控制单元（ECU）、执行器、加速度传感器及发动机盖等组成。
（2）系统原理	发动机盖弹升系统利用配备在前保险杠上的 3 个加速度传感器（前后方向的单轴）检测是否与行人发生了冲撞，当发动机盖弹升控制单元确定发动机盖撞到行人头部时，执行器将发动机盖掀起确保与发动机室之间的空隙，从而可以减轻对行人头部的冲击。
	学习提示： 加速度传感器检测时间仅为约 0.01s，执行器将发动机盖掀起也只需约 0.02s，因此在撞到行人后 0.03 s 左右的时间内便可将发动机盖掀起。

2. 系统检修

（1）使用诊断仪读取故障码	使用本田诊断仪连接位于驾驶人侧仪表板下方的数据传输插头（DLC），确保诊断仪与车辆通信正常。检查并记录故障码（DTC）。同时，还要检查冻结故障数据。然后，参考 DTC 故障检修，并实施相应的故障处理程序。
（2）更换损坏的部件	当发动机盖解锁后打开发动机盖并重新关闭，弹簧可收缩，恢复到原来的状态。使用火药的系统必须严格判断是否发生碰撞，当碰撞后必须更换执行器、加速度传感器，必要时更换发动机盖弹升控制单元（ECU）。

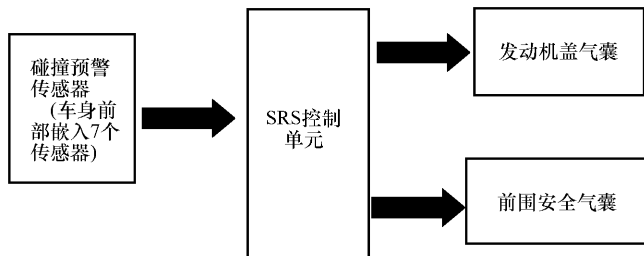
二、行人安全气囊系统技术

学习提示：

行人安全气囊系统（Pedestrian Airbag Technology，PAT）是在汽车发动机盖内设置安全气囊，当行人撞到车头防撞杆的任何一处，安全气囊会从风窗玻璃下缘弹出，并撑起发动机盖的后缘，以减少行人同车辆碰撞后造成的伤害程度。

当车辆发生撞击时，位于车身前部的传感器立刻发出信号，SRS 控制单元会迅速分析信号，一旦信号与储存中的人腿特征相符，行人气囊便会自动展开，让行人能远离发动机盖的硬物撞击，还能避免行人撞击到风窗玻璃等。

1. 系统结构与原理

（1）系统结构	行人安全气囊系统由碰撞预警传感器、SRS 控制单元、发动机盖气囊及前围安全气囊等组成。 
（2）系统原理	

2. 系统检修

（1）使用诊断仪读取故障码	使用故障诊断仪与车载自动诊断系统进行通信检测。 当系统出现故障时，故障气囊指示灯亮，同时SRS控制单元将故障信息存入存储器，通过一定的程序可以将故障码从SRS控制单元中读出。根据故障码的提示，维修人员能讯速准确地确定故障的性质和部位。有针对性地去检查有关部位、元件和线路，将故障排除 **知识链接：** 沃尔沃系列车型车载自动诊断系统能够进行10个系统的诊断，而在每个系统诊断中，又可分为六种模式： 1）故障码读取。 2）控制元件动作测试。 3）各控制元件动作同时控制测试。 4）制定元件动作指令控制测试。 5）数值读取分析指示。 6）重新设定微机记忆指令。
（2）更换损坏的部件	**学习提示：** 检查或维修前，应首先关闭点火开关，拆除蓄电池负极后等待10min以上。其次，检查或维修中，绝不能使用普通仪表或万用表测量任何与安全气囊系统有关的电路。 当行人安全气囊系统气囊损坏后，必须更换整套组件。

本项目小结

- 发动机盖弹升系统由发动机盖弹升控制单元（ECU）、执行器、加速度传感器及发动机盖等组成。
- 行人安全气囊系统由碰撞预警传感器、SRS 控制单元、发动机盖气囊及前围安全气囊等组成。
- 行人碰撞保护技术主要应用故障诊断仪进行分析。

第 16 堂课　驾驶人辅助系统



学习目标

1. 通过学习本田防碰撞系统结构与原理及诊断，掌握防碰撞系统检修知识要点。
2. 通过学习奥迪轿车的换道辅助系统结构与原理，掌握换道辅助系统的功用。

项目一　本田防碰撞系统



知识链接

本田防碰撞系统（Collision Mitigation Brake System，CMBS）是防止汽车发生碰撞的一种智能装置。它能够自动发现可能与汽车发生碰撞的车辆、行人或其他障碍物体，发出警报或同时采取制动或规避等措施，以避免碰撞的发生。该系统主要是雷达传感器信号产生、发射、传播、接收和处理的全过程。CMBS 具有以下功能：

1）当车速为 15km/h 以上且与前面车辆的相对速度（与前面车辆速度的差值）为 15km/h 以上即将发生撞车时，系统将提供报警（声音与显示）及制动控制。

2）当与前方车辆靠近且距离非常近时，系统通过多功能显示器显示和蜂鸣声发出碰撞报警。

3）当两车距离越来越短且有极高的碰撞危险时，系统在报警的同时还采取轻微制动。

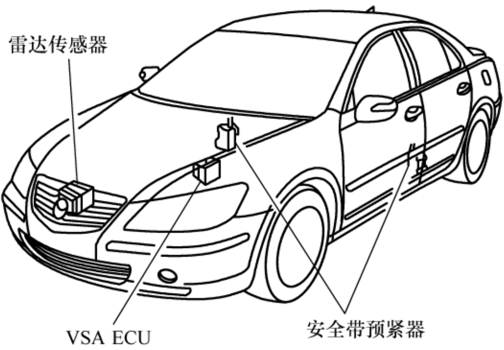
4）当系统判断碰撞十分危急时，系统将激活紧急制动控制。

除本田外，奥迪、奔驰、福特和沃尔沃等高级轿车均有主动安全防碰撞系统。

重点掌握

- 防碰撞系统结构与原理
- 故障诊断

一、系统结构与原理

1. 组成	CMBS 主要由雷达传感器、VSA ECU（车辆稳定控制单元）、CMBS OFF 开关及 CMBS 指示灯等组成。
	

（续）

<table>
<tr><td rowspan="2">2. 原理</td><td>CMBS 与 ACC 系统、VSA 系统及安全带预紧器联合工作。当雷达传感器预测到即将发生碰撞时，VSA 系统协助制动操作来减轻车辆的碰撞危险，同时收紧安全带。CMBS 控制方法如下：
（1）障碍确定功能　CMBS 通过雷达传感器和根据驾驶条件（车轮速度和横摆率加速）推算的路线而得到的车辆前方距离以及相应的车速来确定潜在的碰撞危险。
（2）报警功能　当存在高风险碰撞时，系统向仪表控制模块发送报警指令并通过声音和显示的方式报警。
（3）制动控制功能　当存在高风险碰撞时，系统向 VSA ECU 发送制动指令并且控制制动动作。</td></tr>
<tr><td>ACC控制单元
左前制动油压传感器
右前制动油压传感器
雷达传感器
ACC继电器
制动灯开关
横摆率加速传感器
CAN总线
VSA ECU
转向盘转向角速度传感器
车轮速度传感器
主油缸压力传感器(内置ABS液压控制单元)
CAN总线
安全带预紧器
组合仪表(内置控制单元)
CMBS OFF开关
CMBS指示灯
报警器</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. CMBS 的操作功能</td></tr>
<tr><td>（1）接近前面车辆</td><td>CMBS 通过声音和显示报警</td></tr>
<tr><td>（2）逼近前面车辆</td><td>CMBS 通过声音和显示报警，并轻微制动和稍微收紧安全带</td></tr>
<tr><td>（3）撞击不可避免</td><td>CMBS 通过声音和显示报警，并强烈制动和强烈收紧安全带</td></tr>
</table>

二、系统检修

1. 自诊断	（1）读取故障码	1）关闭点火开关，将HDS连接到仪表板左下方的数据传输插头（DLC）上。
		2）打开点火开关至ON（Ⅱ）。
		3）确保HDS与车辆及ACC控制单元通信。
		4）按照HDS的瞬时指示在显示屏上显示DTC。
	（2）清除故障码	1）关闭点火开关，将HDS连接到仪表板左下方的数据传输插头（DLC）上。
		2）打开点火开关至ON（Ⅱ）。
		3）确保HDS与车辆及ACC控制单元通信。
		4）按照HDS上显示屏的瞬时提示来清除DTC。
2. 雷达传感器检修	CMBS元件较少，目前故障率较低。如果系统有故障，要通过仪器调取其故障码，故障一般出现在雷达传感器或控制单元。当出现传感器故障码时，可测量传感器的电源接地是否正常，控制单元提供给传感器的电源为12V，如果电源接地正常则雷达传感器损坏。	

一点通：

1）当操作CMBS OFF开关多功能显示器没有显示信息时，应排除ACC系统故障、CMBS OFF开关及组合仪表故障。

2）当CMBS频繁运行时，应排除ACC系统故障、雷达传感器故障及车轮定位不正确等情况。

3）当CMBS指示灯不熄灭时，应排除CMBS OFF开关及组合仪表故障。

本项目小结

- CMBS主要由雷达传感器、VSA ECU、CMBS OFF开关及CMBS指示灯等组成。
- CMBS工作时依靠雷达传感器预测碰撞距离，由VSA系统协助制动操作来减轻车辆的碰撞危险，同时收紧安全带。

项目二　奥迪轿车的换道辅助系统



知识链接

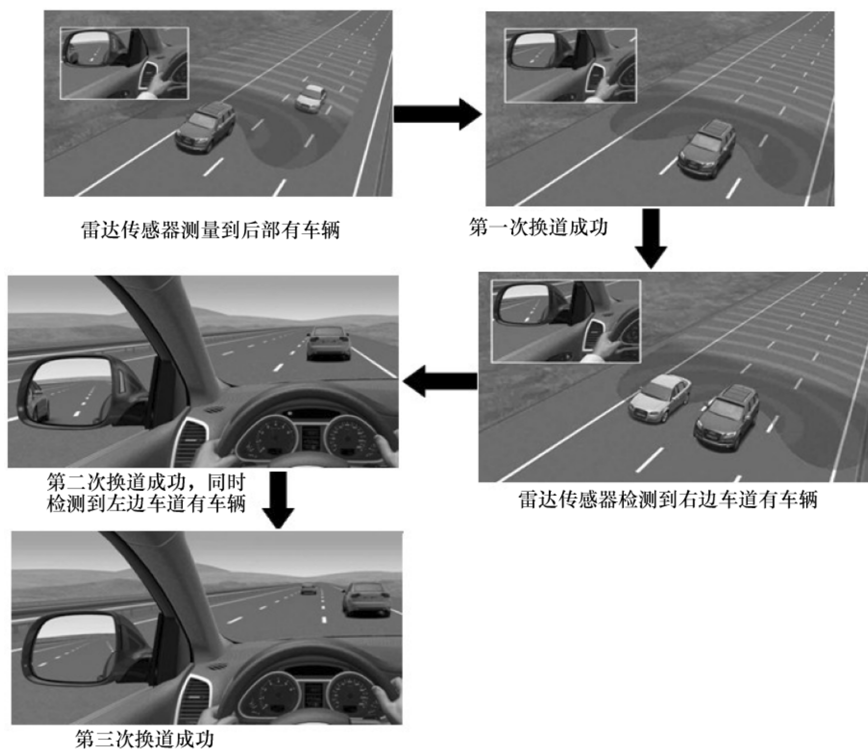
奥迪轿车的换道辅助系统（SWA）可以帮助驾驶人进行换道操作。该系统通过安装在后保险杠中的雷达传感器监控驾驶人盲区的交通状况，当有汽车从后面靠近时，LED报警信号灯开启。

车速超过30km/h时，雷达传感器对其侧面和后方区域进行监控。如果在盲区有汽车或有汽车从后面快速接近，车外后视镜LED信号灯常亮以提醒驾驶人。如果出现上述情况时转向信号灯打开，车外后视镜灯将发出闪光，提醒驾驶人存在碰撞的危险。奥迪换道辅助系统不主动干涉车辆的控制，驾驶人只需按下驾驶人车门上的按钮，即可随时关闭该系统。

一、系统结构与原理

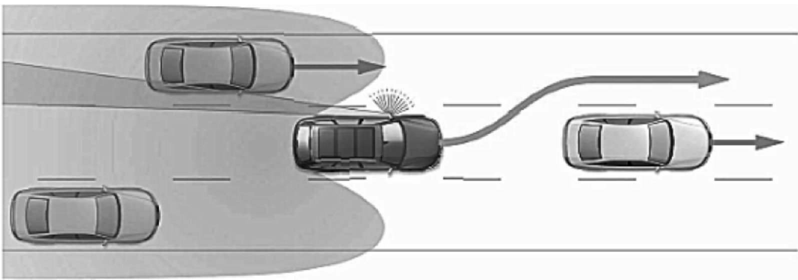
1. 系统结构	奥迪轿车的换道辅助系统主要由换道辅助系统按钮 E530、主控单元 J769 和 J770、雷达传感器及车外后视镜 LED 信号灯等组成。
主要部件	
（1）雷达传感器与控制单元	换道辅助系统有主控制单元 J769 和从控制单元 J770，其中 J769 与右侧雷达传感器组合一起，而 J770 与左侧雷达传感器组合一起。
	学习提示： 主控制单元 J769 和从控制单元 J770 结构相同，均安装在后保险杠处的端板上。
（2）车外后视镜 LED 信号灯	左车外后视镜 LED 信号灯 K223 与右车外后视镜 LED 信号灯 K224 均由 2 个黄色发光二极管组成，可以单独更换，只受从控制单元 J770 控制。

（续）

2. 系统原理	
3. 工作过程	

（续）

4. 工作条件



换道辅助系统按键 E530	当前车速 >60km/h	当前转变半径 >170m	换道辅助系统状态
已关闭	—	—	已关闭
已接通	否	否	已接通但不工作
已接通	是	否	已接通但不工作
已接通	否	是	已接通但不工作
已接通	是	是	已接通且工作

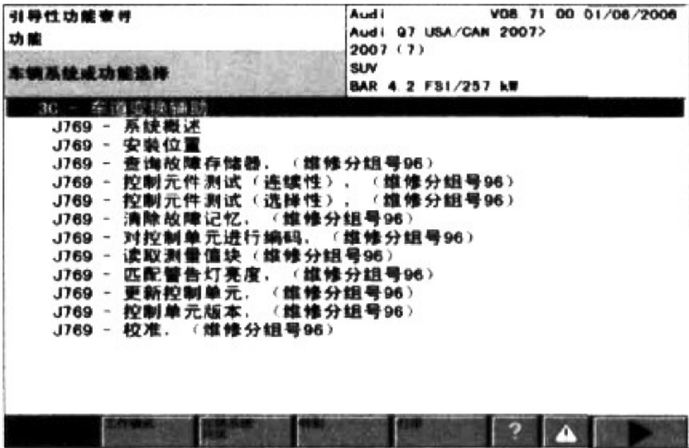
二、系统检修

学习提示：

奥迪轿车的换道辅助系统具有自诊断功能，在诊断系统中换道辅助系统主控制单元 J769 被分配的地址是 3C，而换道辅助系统从控制单元 J770 无地址码。

1. 自诊断

换道辅助系统的查询故障存储器、控制元件测试、读取测量值块、编码、匹配通道和校准等功能均位于主控制单元 J769 内。



（续）

2. 读取测量值块功能	1）主控制单元和从控制单元的供电电压和内部温度。
	2）主控制单元和从控制单元之间的专用 CAN 总线的通信状态。
	3）当前系统状态（接通/关闭）。
	4）由其他控制单元通过 CAN 总线发送的功能输入值。
	5）计算得出当前的道路曲率半径。
	6）车外后视镜内两个警告灯的状态。
	7）左侧、中间和右侧行车道上最近物体的坐标。
	8）左侧、中间和右侧行车道上最近物体的相对速度。
	9）自动校准的当前状态：校准信息。
	10）参与整个功能的各个控制单元之间的通信状态。
3. 控制元件测试功能	1）换道辅助系统按钮内的发光二极管。
	2）左车外后视镜 LED 信号灯。
	3）右车外后视镜 LED 信号灯。
4. 校准功能	**学习提示：** 当更换换道辅助系统控制单元 J769 或 J770、换道辅助系统基本设置/匹配没有进行或错误等情况下均要进行校准功能。
	1）使用专用校准工具，包括带有多普勒发电机的校准板 VAS6350、车距中心接收器 VAS6350/1、电子距离测量仪 VAS6350/2。
	2）在校准装置已经设立并对准之后，运行测试程序 J769 校准。
	3）首先校准位于保险杠右侧的换道辅助系统 J769（按行驶方向）。
	4）换道辅助系统 J769 校准成功后，按照规定转换校准装置。
	5）校准装置转换完成后，校准换道辅助系统 J770（按行驶方向）。
	6）换道辅助系统 J770 校准成功后检查两个控制单元中角度变化情况。 **学习提示：** 当角度变化处于 $-4.99° \sim +4.99°$ 的极限范围内说明校准成功，否则必须重新校准。

本项目小结

- 奥迪轿车的换道辅助系统主要由换道辅助系统按钮 E530、主控单元 J769 和 J770、雷达传感器及车外后视镜 LED 信号灯等组成。
- 换道辅助系统具有自诊断功能。

第五部分　电控舒适系统

第 17 堂课　自动空调控制系统



学习目标

1. 通过学习荣威 R350 电子空调控制系统，掌握空调控制系统原理知识要点。

2. 通过学习荣威 R350 全自动空调控制系统，掌握空调控制系统原理知识要点。

3. 通过学习自动空调控制系统的诊断与传感器的知识，掌握自动空调控制系统的检修。

项目一　电控空调控制系统



知识链接

电控空调控制系统利用传感器确定当前的温度，然后系统能够按需要调节暖风或冷风。系统用执行机构开、闭空气混合风门以达到适宜的车内温度，还能控制鼓风电动机的转速、进气模式风门的位置等，使温度更符合驾驶人及乘客的要求。

以荣威 R350 为例，电控空调控制系统分为电子空调控制系统和全自动空调控制系统两类。两者的主要差别在于是否具有自诊断功能。电子空调控制系统没有提供故障码存储器，全自动空调控制系统具有监控系统，监控系统的随机存取存储器（RAM）能够存储诊断代码。

重点掌握

- 电子空调控制系统控制面板操作及空调控制系统原理
- 全自动空调控制系统控制面板操作及空调控制系统原理

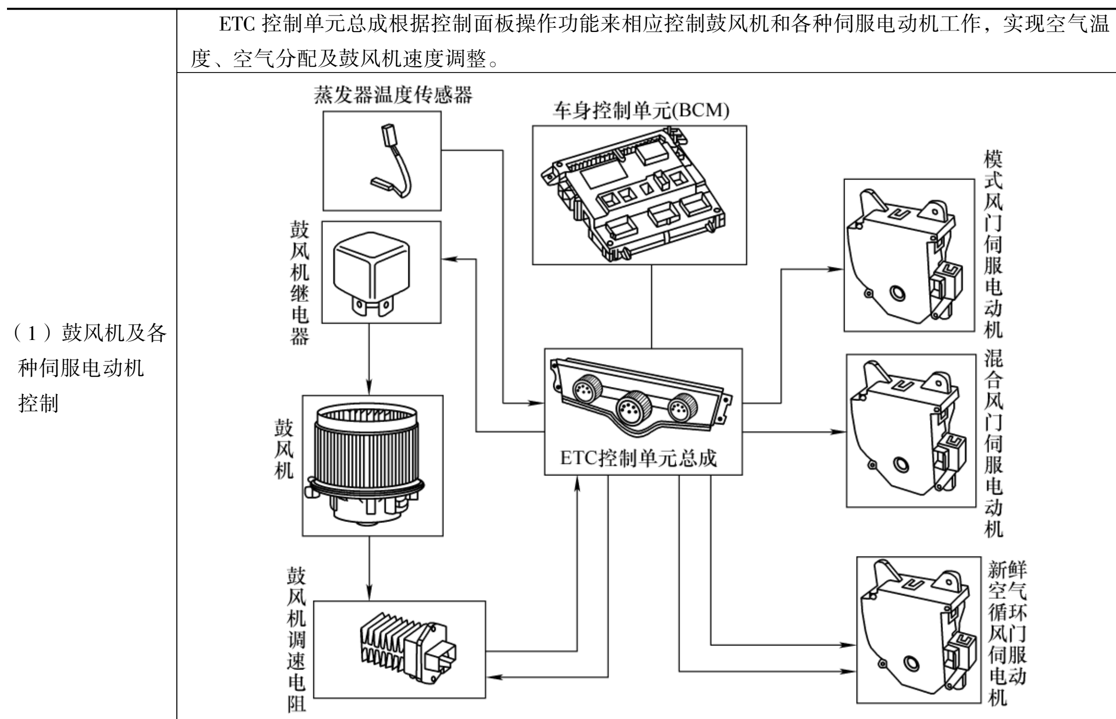
一、电子空调控制系统

1. 控制面板操作部件名称与功能

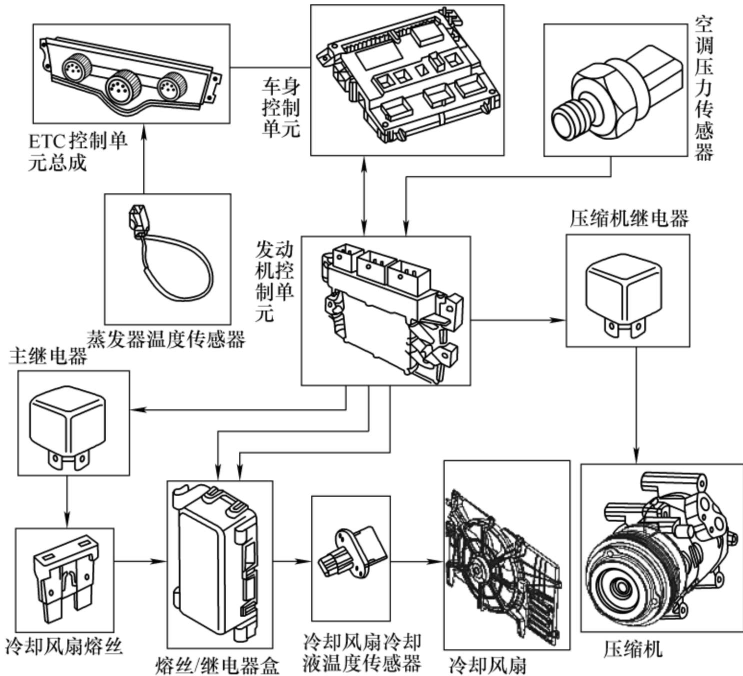


A/C 按钮：空调的起动和停止控制	按下 A/C 按钮，空调起动，开关上指示灯亮；再按一下空调则关闭，指示灯熄灭。
风量旋钮：送风量由 0 ~4 阶段设定	风量“0”关闭；风量“1”弱； 风量“2”中；风量“3”中； 风量“4”强。
吹风出口模式设定按钮：对吹风出口的模式进行设定	按下吹风出口模式设定按钮，相应的指示灯亮，然后根据选择的模式进行吹风。
内循环按钮：车内空气循环与车外大气导入的切换	按下内循环按钮，开关上指示灯亮，表示为内循环状态。
温度等级：温度可在 16 ~28℃ 范围内设定，一般设定为 25℃	16℃ 最大制冷；16 ~28℃ 调整设定温度；28℃ 最大制热。

2. 空调控制系统原理

（1）鼓风机及各种伺服电动机控制	ETC 控制单元总成根据控制面板操作功能来相应控制鼓风机和各种伺服电动机工作，实现空气温度、空气分配及鼓风机速度调整。
	

（续）

（2）压缩机和冷却风扇控制	

二、全自动空调控制系统

学习提示：

全自动空调系统自动监控车内温度、车外温度并调节出风温度、鼓风机速度和空气分配。自动模式提供最适宜的系统控制模式。

1. 控制面板操作部件名称与功能

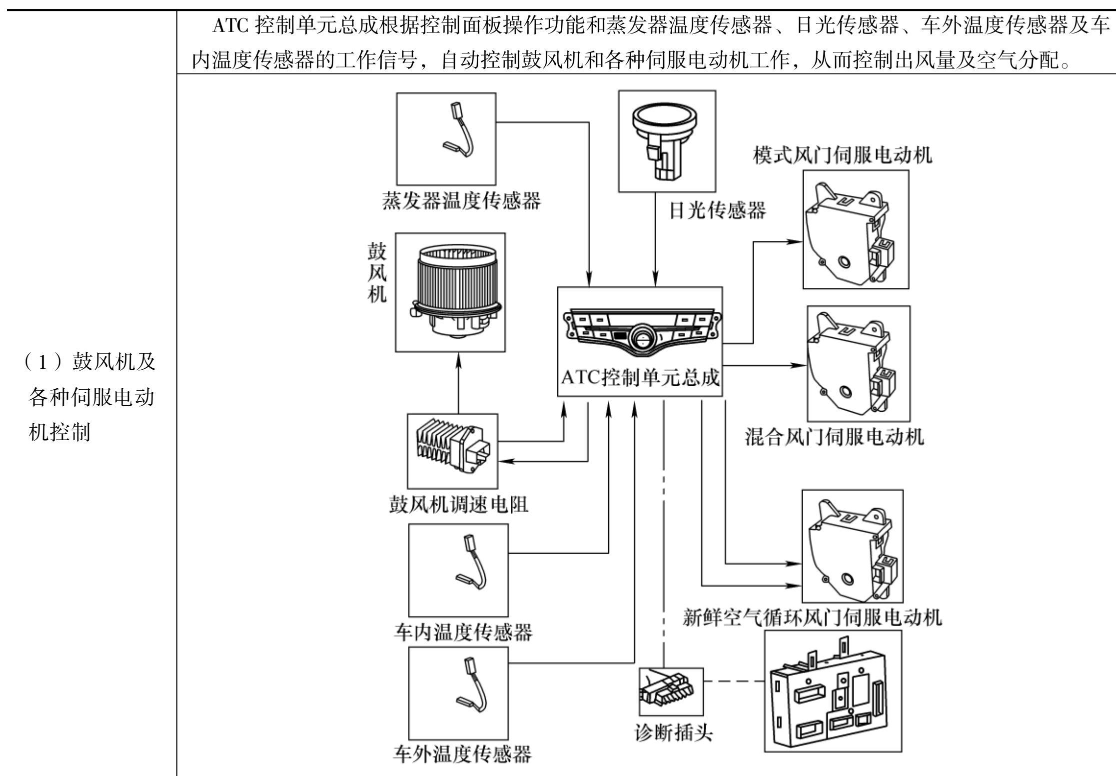


自动模式（AUTO）按钮：根据设定温度自动设定送风量、出风口模式、内外循环切换	按下自动模式（AUTO）按钮，开关上指示灯亮，系统即进入全自动运行状态，并在屏幕上显示 AUTO 图形。

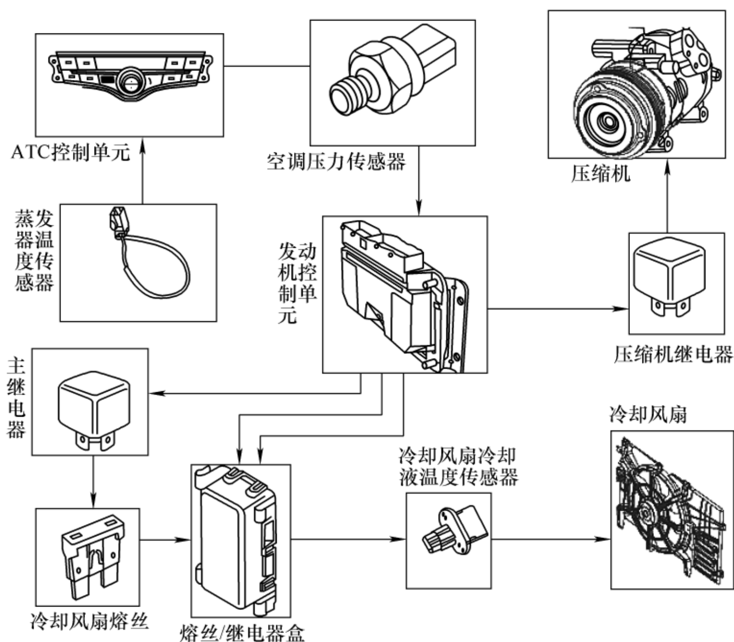
（续）

A/C 按钮：空调的起动和停止控制	按下 A/C 按钮，空调起动，开关上指示灯亮；再按一下空调则关闭，指示灯熄灭。
温度调整按钮（增高温度按钮、降低温度按钮）：温度调整设定	按温度调整按钮一次，车内设定温度增加或减少 0.5℃；一直按住增高温度按钮或降低温度按钮（持续 1s），控制单元接受连击指令，每 0.3 s 更新一次设定值。调整范围为 16 ~28℃，调节步长为 0.5 ℃，初始设定温度为 25 ℃。
风量旋钮：送风量设定	鼓风机风速共有 8 级调整，当鼓风机档位变化一次时，屏幕上对应显示变化一个图案。
模式选择按钮：对吹风出口的模式进行设定	按下模式按钮，模式风门在相应的模式之间进行切换，并在屏幕上显示对应图案。
外循环按钮：车内空气循环与车外大气导入的切换	按下外循环按钮，开关上指示灯亮，表示为外循环状态。
内循环按钮：车内空气循环与车外大气导入的切换	按下内循环按钮，开关上指示灯亮，表示为内循环状态。
后风窗加热按钮：后风窗加热起动	每按下一次后窗加热按钮，将向 BCM 发送脉冲一次（下降沿脉冲宽度为 200ms），在接收到后窗加热反馈的低电平信号后，指示灯点亮及屏幕显示后窗加热标志。
LCD 显示屏：主要显示运转时的设定温度、送风量、吹风模式状态	按下关闭（OFF）按钮后，设定温度及送风量的显示消失，运转停止。

2. 空调控制系统原理

（1）鼓风机及各种伺服电动机控制	ATC 控制单元总成根据控制面板操作功能和蒸发器温度传感器、日光传感器、车外温度传感器及车内温度传感器的工作信号，自动控制鼓风机和各种伺服电动机工作，从而控制出风量及空气分配。 

（续）

（2）压缩机和冷却风扇控制	ATC 控制单元总成根据空调压力传感器、蒸发器温度传感器、冷却风扇冷却液温度传感器等空调系统的工作信号，控制压缩机和冷却风扇的工作。 

本项目小结

- 电控空调控制系统分为电子空调控制系统和全自动空调控制系统两类。
- 电子空调控制系统没有提供故障码存储器，全自动空调控制系统具有监控系统，监控系统的随机存取存储器能够存储诊断代码。
- 全自动空调系统能自动监控车内温度、车外温度并调节出风温度、鼓风机速度和空气分配，而电子空调控制系统需要手动调整。

项目二　电控空调控制系统故障诊断与检修



知识链接

电控空调控制系统故障主要分为温度自动控制电路、进气模式控制电路、送风模式控制电路、鼓风机控制电路、冷却风扇控制电路和压缩机控制电路故障等。主要表现为温度自动控制功能失常、取暖通风系统工作失常与空调制冷系统工作失常。

重点掌握

- 空调系统传感器的检修
- ATC 故障诊断

一、空调控制系统诊断

全自动空调系统在手动空调的基础上增加自诊断功能。当汽车空调发生故障时，在空调显示屏上会显示出故障码，并能储存起来。处理好故障后，故障码自动消失。监控系统的随机存取存储器能够存储诊断代码。

1）连接汽车原厂诊断检测仪 T5，然后进入测量和信息系统。

2）依次选择“车辆自诊断”、“车载诊断（OBD）”、“暖风 / 空调系统”，进入“暖风 / 空调系统 ”。

3）读取和清除故障码。

二、空调控制系统检修

1. 车内温度传感器

（1）作用	**学习提示：** 车内温度传感器是自动空调的重要传感器之一，它能影响到出风口空气的温度、出风口风量、模式门的位置和进气风门的位置。	
	1）确定混合风门的位置	车内温度越高，混合风门就越朝“冷”的方向移动，出风口的温度就越低。
		车内温度越低，混合风门就越朝“热”的方向移动，出风口的温度就越高。
	2）确定鼓风机的转速	在制冷工况，车内温度越高，鼓风机的转速就越高。
		在制冷工况，车内温度越低，鼓风机的转速就越低。
		在取暖工况，车内温度越高，鼓风机的转速就越低。
		在取暖工况，车内温度越低，鼓风机的转速就越高。
	3）确定进气风门的位置	在制冷工况，一般进气风门都处于内循环位置。
		车内空气温度下降，根据不同的环境温度，进气风门可以处于 20% 新鲜空气的位置或新鲜空气的位置。
	4）确定模式风门的位置	在制冷工况，一般都处于吹脸模式位置。
		随着时间的推移，车内空气温度下降，根据不同的环境温度，模式风门可以处于吹脸、吹脸/吹脚、吹脚位置。
（2）安装位置	车内温度传感器安装在仪表台的里面（靠近空调操作面板处）。	

（续）

（3）测试	检查传感器与ATC控制单元之间的线束	拆下车内温度传感器的插头，在线束侧应能测量到 5V 或 3.6V 的直流电压。否则，线束不良或 ATC 存在故障。 接地 ATC控制单元 车内温度传感器信号 车内温度传感器
	检查传感器的电阻值	拆下车内温度传感器的插头，在线束侧测量车内温度传感器的电阻。
	数值分析	有些车型的空调自诊断系统具有读取传感器实时数值的功能。若读取的数值与实际的车内温度不相同时，则车内温度传感器不良。详情请查阅相关车型的维修手册。
	读取故障码	现代自动空调都能对车内温度传感器进行监控，当 ATC 控制单元发现有故障时，会将故障信息存储在存储器中，供维修技师读取。有些车型在车内温度传感器有故障时，空调控制单元会采用一个特定的默认值代替，以使空调继续工作。不同车型的默认值是不一样的。

2. 车外温度传感器

（1）相关知识	1）安装位置	车外温度传感器安装在前护栅后面
	2）特性	车外温度传感器都采用负温度变化系数的热敏电阻，也就是电阻随着温度的增大电阻值会减少；随着温度的降低电阻值会增加。
	3）电路	接地 ATC控制单元 车外温度传感器信号 车外温度传感器

（续）

（2）测试	1）检查电阻	测量传感器电阻，并与车外温度传感器标准数值对比，若一致，说明该传感器良好。
	2）数值分析	空调自诊断系统具有读取传感器实时数值的功能，若读取的数值与实际的车内温度不相同时，则车内温度传感器不良。详情请查阅各车型的维修手册。
	3）读取故障码	有些车型在车外温度传感器有故障时，空调控制单元会采用一个特定的默认值代替，以使空调继续工作。不同车型的默认值是不一样的。
	4）通过显示器检查	有些车型会在仪表或显示屏上显示环境温度，若显示的环境温度与实际的环境温度不一样时，则车外温度传感器不良。

3. 日光传感器

（1）相关知识	1）作用	日光传感器测量阳光的强弱来修正混合风门的位置与鼓风机的转速。
	2）安装位置	日光传感器安装在仪表台的上面，靠近前风窗玻璃的底部
	3）特性	日光传感器是光敏电阻，阳光越强，电阻越小；阳光越弱，电阻越大。
	4）电路	接地 ATC控制单元 日光传感器信号 日光传感器
（2）测试	1）电阻测量	在强阳光下测量，电阻为 4kΩ，用布遮住日光传感器，电阻为无穷大。
	2）电压测量	在强阳光下测量，电压小于 1V，用布遮住日光传感器，电压大于 4V。
	3）读取故障码	在日光不足的地方读到阳光传感器的故障码是正常的。可用 60W 的灯源距日光传感器 25 cm 照射，这时就不应读到日光传感器的故障码。

4. 蒸发器温度传感器

（1）作用	1）修正混合风门位置	测量蒸发器表面温度，修正空气混合风门位置。
	2）鼓风机的转速控制	用于鼓风机的时滞控制。
	3）控制压缩机工作	在蒸发器表面温度低于 0℃时，使压缩机不工作，防止蒸发器表面结霜。

（续）

（2）相关知识	1）安装位置	一般蒸发器温度传感器安装在蒸发器表面出风口方向的翅片上。
	2）特性	自动空调系统所采用的蒸发器温度传感器，都采用负温度变化系数的热敏电阻，也就是热敏电阻随着温度的增大，电阻值会减小；随着温度的降低，电阻值会增大。
	3）电路结构	接地 ATC控制单元 蒸发器温度传感器 蒸发器温度传感器

5. 冷却液温度传感器

（1）作用	1）修正混合风门位置	测量加热器芯温度，修正混合风门的位置。有些车型采用发动机冷却液温度传感器代替。
	2）鼓风机的转速控制	在冷却液温度过低时，系统会启动鼓风机的预热控制。也就是在冷却液温度太低，且为取暖工况时，为了防止吹出的风是冷风，如果冷却液温度低于系统设定温度，鼓风机会低速工作或不工作。有些车型采用发动机冷却液温度传感器代替，也有些车型采用冷却液温度开关代替。
	3）压缩机高温保护	防止发动机在高温下压缩机工作。有些车型采用发动机冷却液温度传感器代替，也有些车型采用冷却液温度开关代替。
（2）相关知识	1）安装位置	冷却液温度传感器安装在暖风水箱进水管上
	2）特性	自动空调系统所采用的冷却液温度传感器，都采用负温度变化系数的热敏电阻，也就是热敏电阻随着温度的降低，电阻值会增大；随着温度的增大，电阻值会减小。
	3）检查传感器与控制单元之间的线束	拆下传感器的插头，在线束侧应能测量到 5V 的直流电压，否则线束不良或 ATC 控制单元不良。
		接地 ATC控制单元 冷却液温度传感器 冷却液温度传感器
	4）传感器的检测	针对空调自带的冷却液温度传感器，可以测量其电阻。如果与发动机系统共用一个冷却液温度传感器，通过发动机获得冷却液温度信号，可用示波器观看其波形。

6. 鼓风机控制元件检修

（1）加热器继电器	作用	控制鼓风机电源正极，只有打开点火开关并开启鼓风机开关才能输送电源至鼓风机。
	静态检测	① 用万用表测量端子 85、86 之间的电阻，电阻值应为 70 ~ 100Ω。 ② 用万用表测量端子 30、87 之间的电阻，电阻值应为无穷大，否则应更换。
	动态检测	① 在 85、86 之间加上 12V 的电压，应听到“叭”的继电器吸合声。 ② 用万用表测量端子 30、87 之间，应导通，否则应更换。
（2）鼓风机	作用	将电能转化为机械能，通过鼓风机的变速，实现送风量的改变。
	静态检测	用万用表测量鼓风机电动机 1、2 端子之间的电阻，应为 0.3 ~ 1.5Ω，否则应更换鼓风机。
	动态检测	将蓄电池正极与端子 1 相连，负极与端子 2 相连，然后检查电动机运行情况，电动机运行应平稳无异响，否则应更换鼓风机。
（3）鼓风机电阻器	作用	鼓风机低速控制回路，使鼓风机实现低速运转。
	检测	鼓风机电阻器安装在鼓风机壳外壳上，与鼓风机串联在一起，可用万用表检测。电阻应为 2 ~ 3Ω，否则应更换。
（4）功率晶体管	作用	使鼓风机实现低速至高速无级变速的控制回路。
	检测	大部分鼓风机功率晶体管可按普通大功率晶体管的静态检测方法进行测试。

7. ATC 控制单元故障诊断

（1）用“排除法”诊断	1）检查 ATC 控制单元、电气元件的插接器，接地线连接与接触情况。 2）检查传感器、执行器等电气元件的特性参数值，看是否在规定值范围之内。 3）测量 ATC 控制单元插接器和电气元件插接器线束之间的电阻，检查是否有断路或接触不良。 4）测量 ATC 控制单元插接器端子与车身之间的电阻，检查是否有对地短路故障。 以上检查若正常，可初步诊断为 ATC 控制单元有故障。
（2）用“自诊断法”诊断	ATC 控制单元具有“故障自诊断”功能，具备对整个电控系统的故障诊断能力。 诊断时，根据输出的故障码，可方便地判断出 ATC 控制单元是否有故障。
（3）用“电阻测量法”诊断	拆下 ATC 控制单元插接器，用万用表的电阻档测量相应端子间的电阻。如测得电阻值和标准值不符，说明 ATC 控制单元相应部分有故障。
（4）用“电压测量法”诊断	将万用表选择在直流电压档，并选择合适的量程，在蓄电池充足电的情况下接通点火开关或在空调运转时，用万用表测量 ATC 控制单元各端子的工作电压或信号电压，其值应符合标准，否则，说明 ATC 控制单元相应部分有故障。
（5）用“代换法”诊断	如初步诊断结果是 ATC 控制单元有故障，可用此车型同型号 ATC 控制单元进行代换试验。如换件后工作正常，说明原 ATC 控制单元有故障。
（6）用“模拟输入检查法”诊断	由于 ATC 控制单元是根据输入信号来自动控制风速和出风口空气温度的。根据这个原理，可以将代表车内温度低、中、高温时电阻值的 3 个电阻（如 5.5kΩ、3.0kΩ、1.5kΩ）接到车内温度传感器线束插接器上，出风口空气的温度和鼓风机转速应有明显变化，否则，说明 ATC 控制单元有故障。

本项目小结

- 主要介绍车内温度传感器、车外温度传感器、日光传感器和蒸发器温度传感器等的检修。
- 用“排除法”、“自诊断法”、“电阻测量法”、“电压测量法”、“代换法”及“模拟输入检查法”诊断 ATC 控制单元。

第 18 堂课　自动导航系统和车载娱乐系统



学习目标

1. 通过学习丰田自动导航系统结构与原理，掌握自动导航系统检修知识要点。
2. 通过学习宝马 E65 音响系统组成，掌握音响系统检修知识要点。
3. 通过学习宝马 E65 后座视影像系统组成，掌握后座视影像系统检修知识要点。

项目一　自动导航系统



知识链接

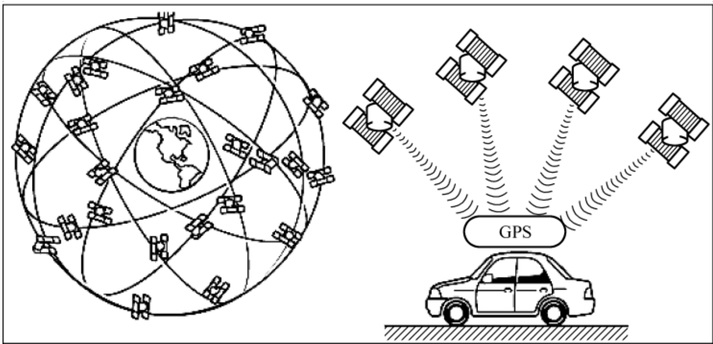
自动导航系统由车载全球卫星定位系统（GPS）导航接收器监测车辆当前位置并将数据跟驾驶人设定的目的地比较，参照电子地图计算行驶路线，并实时将信息提供给驾驶人。

此外 GPS 导航系统还具有防盗功能，它通过 GPS 监控中心对车辆进行定位跟踪、状态监测、汽车跟踪记录，甚至有控制车辆断电和断油等功能。

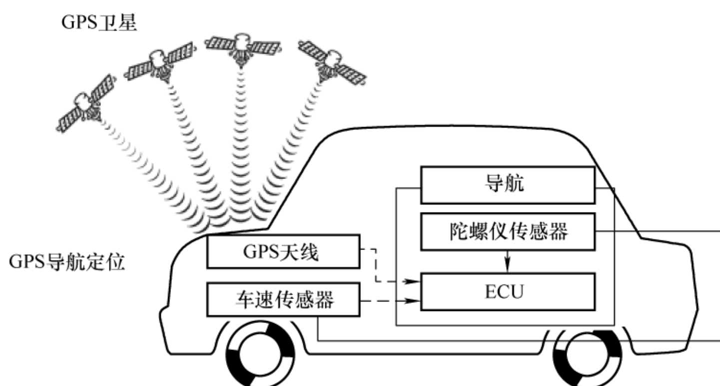
重点掌握

- 导航系统原理
- 系统诊断和导航检查

一、导航系统结构与原理

1. 结构	汽车 GPS 导航系统由两部分组成：第一部分由安装在汽车上的 GPS 接收器和显示屏组成，即导航接收器总成；第二部分由计算机控制中心组成，两部分通过定位卫星进行联系。
	 **学习提示：** GPS 是以全球 24 颗定位人造卫星作基础，向全球各地全天候地提供三维位置、三维速度等信息的一种无线电导航和定位系统。汽车 GPS 导航使用来自 GPS 卫星的无线电波来检测车辆的绝对位置。

（续）

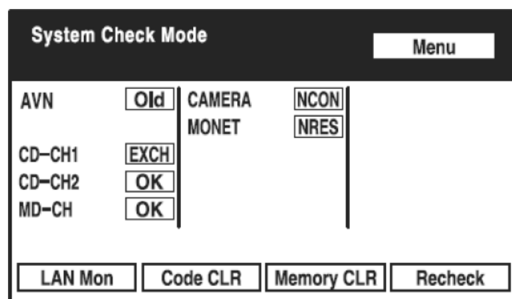
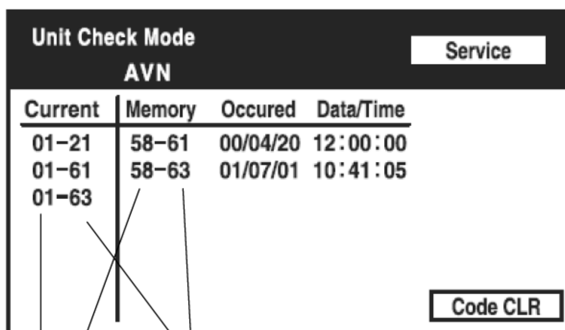
2. 原理	GPS 卫星实时将车辆的精确位置通过无线电波向地面发射，由 GPS 天线接收后送至导航接收器总成。根据导航接收器总成中的陀螺仪和车速传感器确定的车辆运动轨迹，就能够确定车辆的相对位置
	 **学习提示：** GPS 由空间卫星、地面监控和导航接收器总成三大部分组成。在太空中有 24 颗卫星组成一个分布网络，每条轨道上有 4 颗卫星。GPS 卫星每隔 12h 绕地球一周，使地球上任一地点都能够同时接收 7 ~9 颗卫星的信号。地面共有 1 个主控站和 5 个监控站负责卫星的监视、遥测、跟踪和控制。

二、导航系统检修

1. 系统诊断

（1）启动诊断模式	

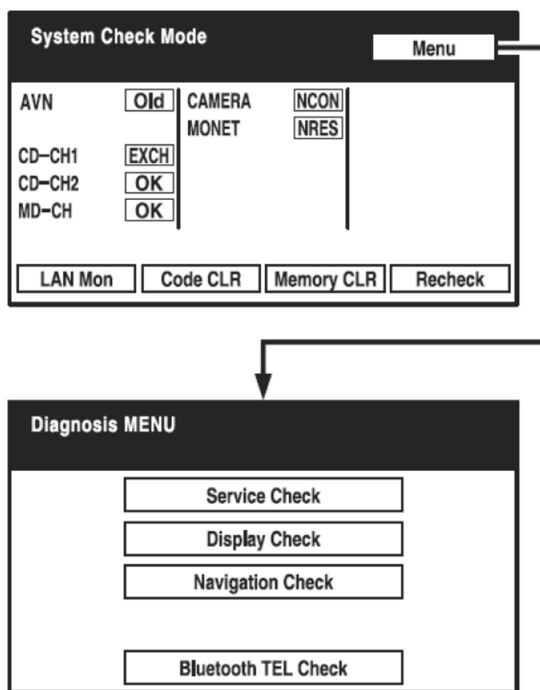
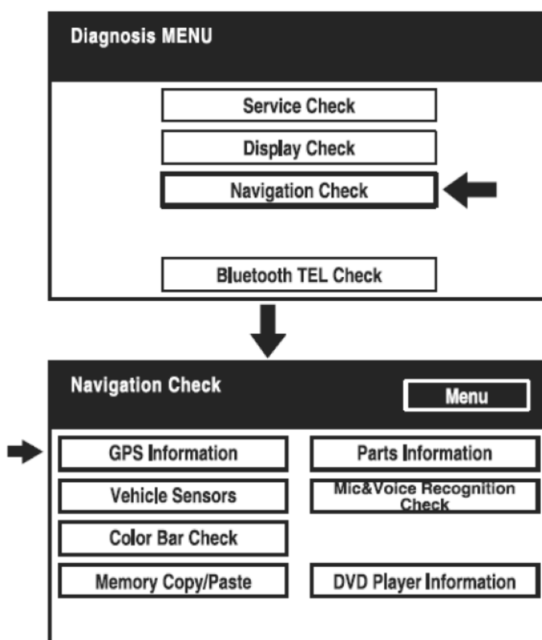
（续）

（2）诊断菜单	诊断模式启动，屏幕将显示“System Check Mode”（系统检查模式）。检查自动启动，并显示结果。  **学习提示：** 显示结果为“EXCH”（更换）、“CHEK”（检查）或“Old”（旧）字样。
（3）检查 DTC	触摸所显示的检查结果，以在“Unit Check Mode”（单元检查模式）屏幕上查看 DTC。  **学习提示：** 如果检查结果没有 DTC，则显示“OK”（正常）。

2. 导航检查

（1）启动诊断模式	

（续）

（2）进入系统检查模式	按下屏幕"System Check Mode"（系统检查模式）上的"Menu"（菜单）开关可显示"Diagnosis MENU"（诊断菜单）。 
（3）进入导航检查	从"Diagnosis MENU"（诊断菜单）选择"Navigation Check"（导航检查），然后进入"GPS Information"（GPS 信息）检查模式。 

（续）

	从屏幕上选择“GPS Information”（GPS 信息），进入 GPS 状态检查。
（4）GPS 信息检查	GPS Information　Navi Menu No. Elv Azm LVL STS　No. Elv Azm LVL STS 3 73° /021° 12 P　5 80° /279° 54 P 8 52° /183° 58 P　9 27° /121° 26 — 10 32° /219° 39 P　13 19° /330° 11 — 16 49° /097° 20 T　18 22° /300° 12 — 20 61° /045° 39 T　21 40° /142° 49 T 23 72° /278° 57 P　24 17° /350° 13 — Measurement　Date（GMT） MM/DD/YYYY 09:46:00 status: 3D　Latitude 39° 59.8'　Longitude 137° 00.12' **学习提示：** 当车辆的输入信号发生变化时，该屏幕每秒更新一次，否则说明 GPS 信息系统故障，应进行检修。

本项目小结

- 导航系统由 GPS 接收器、显示屏、计算机控制中心组成。
- 导航系统主要通过导航控制面板的操作执行系统自诊断检查。

项目二　车载娱乐系统



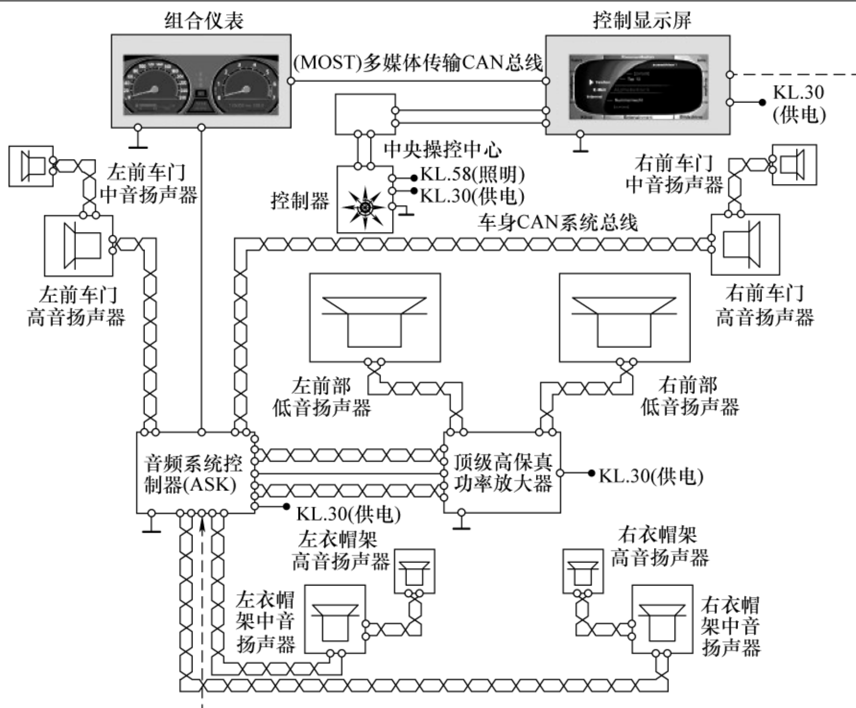
知识链接

车载娱乐系统不仅具有音响和收音机的功能，还包括 GPS 导航、多媒体娱乐、音控和安全诊断等功能。它基于车身总线系统和互联网服务，在线的娱乐功能及移动办公、无线通信等一系列应用，极大地提升了车辆电子化、网络化和智能化水平。

重点掌握

- 音响系统组成
- 后座视影像系统组成

一、音响系统检修

<table>
<tr><td rowspan="2">1. 系统组成</td><td>宝马 E65 音响系统由音频系统控制器（ASK）、顶级高保真功率放大器、控制显示屏操作功能（包括控制器和中央操控中心）、控制显示屏、高音扬声器、中音扬声器、低音扬声器及各种 CAN 总线组成。</td></tr>
<tr><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. 主要部件</td></tr>
<tr><td>（1）音频系统控制器</td><td>ASK 的主要任务是把车辆的所有音频信号进行集中处理后分发到扬声器。

</td></tr>
<tr><td>（2）顶级高保真功率放大器</td><td>
</td></tr>
</table>

（续）

2. 主要部件	
（3）控制显示屏操作功能	
（4）DVD 控制钮操作	
（5）收音机控制钮操作	
3. 系统诊断	运用 BMW GT1 诊断仪进行诊断，它包括 TIS 系统（测试仪表系统）、DIS 数据系统、诊断系统、测量系统和管理系统 5 个系统。 **学习提示：** GT1 检测功能包括读取故障码、清除故障码、数据流、动态、电脑编程、元件测试、维修数据资料、元件位置图和线路图等。

二、后座视影像系统检修

1. 系统组成	后座视影像系统包括左显示屏、右显示屏、带按钮的控制器和 CD/DVD 播放器等。
2. 主要部件	
（1）CD/DVD 播放器	
（2）带按钮的控制器	
3. 系统诊断	后座视影像系统具有自诊断功能，该系统对所有的输入与输出数据进行独立监控，一旦发现故障会记录下故障码。维修人员只需通过 GT1 专用诊断工具即可读出故障码，从而可以快捷地辨别出故障发生的部位及原因，及时维修。

本项目小结

- 音响系统由音频系统控制器、顶级高保真功率放大器、控制显示屏操作功能、控制显示屏、高音扬声器、中音扬声器、低音扬声器及各种 CAN 总线组成。
- 后座视影像系统包括左显示屏、右显示屏、带按钮的控制器和 CD/DVD 播放器等。
- 运用 BMW GT1 诊断仪进行诊断和故障分析。

第 19 堂课　巡航控制系统



学习目标

1. 通过学习三菱劲炫巡航控制系统部件与原理，掌握巡航控制系统的设定巡航车速和数据诊断分析。

2. 通过学习本田 CR－V 巡航控制系统部件与原理，掌握巡航控制系统的设定巡航车速和数据诊断分析。

项目一　三菱劲炫巡航控制系统检修



知识链接

巡航控制系统是一种利用电子控制技术保持汽车自动等速行驶的系统。当汽车在高速公路上长时间行驶时，接通巡航控制开关，设定希望的车速，巡航控制系统将根据汽车行驶阻力的变化，自动增大或减小节气门开度，使汽车按设定的车速等速行驶，驾驶人不必操纵加速踏板。

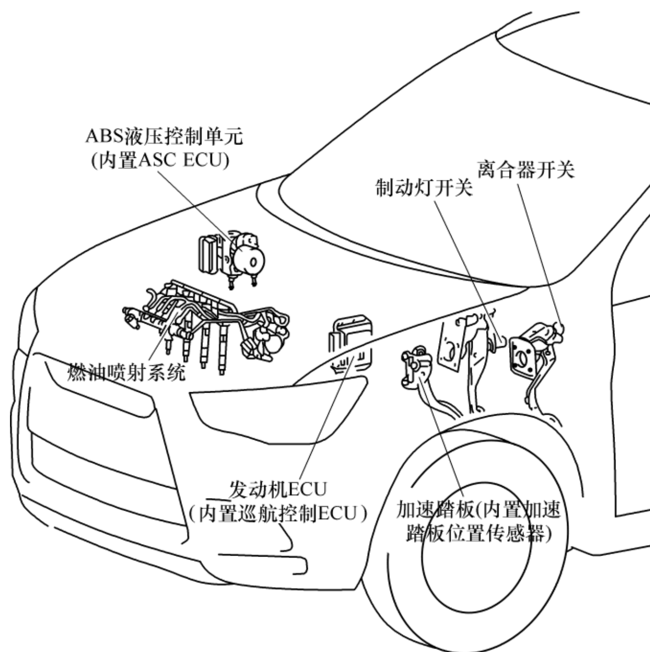
巡航控制系统根据巡航控制开关发出的信号，由发动机 ECU 计算目标发动机转矩。

重点掌握

- 巡航系统的工作原理
- 诊断功能

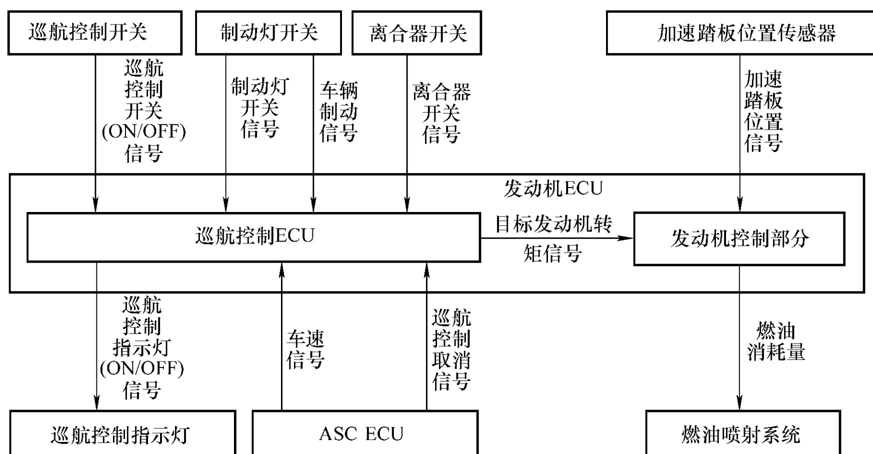
一、巡航系统部件

巡航控制系统由巡航控制开关、制动灯开关、离合器开关、ABS 液压控制单元（内置 ASC ECU）、加速踏板（内置加速踏板位置传感器）、发动机 ECU（内置巡航控制 ECU）及燃油喷射系统、巡航控制指示灯、诊断插座等组成。

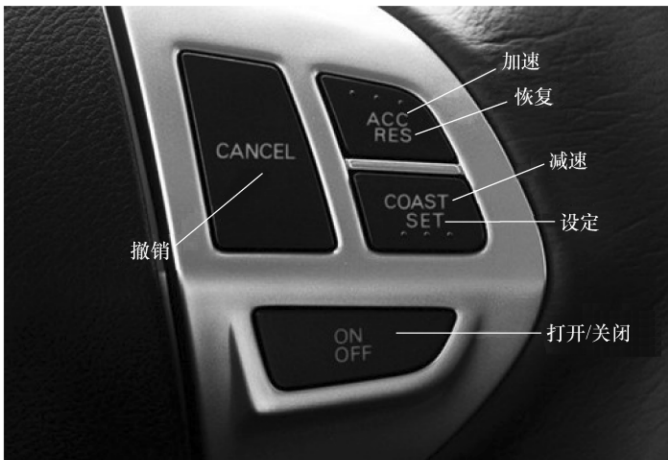


二、巡航系统原理

巡航控制 ECU 对巡航控制指示灯发出 ON/OFF 指令。在发动机控制部分，根据巡航控制 ECU 发出的目标发动机转矩信号和加速踏板位置信号来计算燃油消耗量，并通过控制燃油喷射系统控制车速。



三、设定巡航车速



设定巡航车速操作	
（1）等速设定	当车速大于40km/h时，按下转向盘右侧的“ON”按钮［与“OFF”（关闭）按钮为同一按钮］，行车电脑屏幕上出现“CRUISE”（巡航）符号，然后按下“SET”（设定）按钮，该按钮与“COAST”（减速，下滑）按钮为同一按钮，巡航速度即被确定，此时脚就可以离开加速踏板开始定速巡航。
（2）加速－减速设定	在巡航过程中加速按“ACC”按钮，该按钮与“RES”（恢复）按钮为同一按钮，减速按“COAST”按钮。
（3）恢复设定	短暂的制动减速后可按“RES”恢复到原定速度巡航，制动时间较长或者速度降低到40km/h以下，定速巡航被取消。
（4）取消设定	关闭巡航可按“OFF”按钮，也可以按“CANCEL”按钮撤销定速巡航。

四、常见故障与诊断

1. 读取和清除故障诊断代码

（1）读取故障诊断代码	1）确保点火开关处于“LOCK”（OFF）位置。
	2）启动个人电脑。
	3）将专用工具 M. U. T. －Ⅲ连接到车辆的诊断插接器。
	4）将电源开关转到“ON”位置，当诊断仪通电时指示灯以绿色点亮。
	5）启动个人电脑上的 M. U. T. －Ⅲ系统，然后将点火开关转到“ON”位置。
	6）使用 M. U. T. －III 清除巡航控制系统的故障诊断代码。
	7）将点火开关转到“ON”位置，按下“ON/OFF”开关，打开巡航控制系统（巡航控制指示灯亮）。
	8）读取故障诊断代码。

（续）

（1）读取故障诊断代码	诊断插接器
（2）清除故障诊断代码	1）确保点火开关处于“LOCK”（OFF）位置。
	2）启动个人电脑。
	3）将专用工具 M. U. T. －Ⅲ连接到车辆的诊断插接器。
	4）将电源开关转到“ON”位置，当诊断仪通电时指示灯以绿色点亮。
	5）启动个人电脑上的 M. U. T. －Ⅲ系统，然后将点火开关转到“ON”位置。
	6）重新读取故障诊断代码并消除故障诊断代码。

2. 读取数据流

检查项目	工作条件		正常状况
车速信号	路试车辆		车速表和 M. U. T. －Ⅲ显示相同的值
离合器开关	点火开关“ON”	离合器踏板：踩下	ON（电压≤ 1 V）
		离合器踏板：松开	OFF（电压≥10V）
制动灯开关（用于巡航控制电路）	点火开关“ON”	制动踏板：踩下	ON（蓄电池电压）
		制动踏板：松开	OFF（电压≤ 1V）
制动灯开关（用于制动灯电路）	点火开关“ON”	制动踏板：踩下	ON（蓄电池电压）
		制动踏板：松开	OFF（电压≤ 1V）
巡航控制开关（“ON/OFF”开关）	点火开关“ON”	“ON/OFF”开关：按下	ON（0 ~0.5V）
		“ON/OFF”开关：再次按下	OFF（4.7 ~ 5.0V）
巡航控制开关（“CANCEL”开关）	点火开关“ON”	“CANCEL”开关：按下	ON（1.0 ~1.8V）
		“CANCEL”开关：松开	OFF（4.7 ~ 5.0V）
巡航控制开关（“COAST/SET”开关）	点火开关“ON”	“COAST/SET”开关：按下	ON（2.3 ~ 3.0V）
		“COAST/SET”开关：松开	OFF（4.7 ~ 5.0V）
巡航控制开关（“ACC/RES”开关）	点火开关“ON”	“ACC/RES”开关：按下	ON（3.5 ~4.2V）
		“ACC/RES”开关：松开	OFF（4.7 ~ 5.0V）
巡航控制操作	点火开关“ON”	巡航控制：启用	ON
		巡航控制：未启用	OFF

一点通：

1）当踩下制动踏板时，巡航控制未取消。应排除 CAN 总线系统故障、线束或插接器损坏、制动灯开关故障及发动机 ECU 故障等。

2）当踩下离合器踏板时，巡航控制未取消。应排除线束或插接器损坏、离合器开关故障及发动机 ECU 故障等。

3）当按下"CANCEL"开关时，巡航控制未取消。应排除巡航控制开关故障或发动机 ECU 故障等。

4）巡航控制无法设置。应排除 CAN 总线系统故障、ASC 系统故障、巡航控制开关故障、制动灯开关故障、离合器开关故障及发动机 ECU 故障等。

5）在设置的车速下发生喘振。应排除 ASC 系统故障、燃油系统故障及发动机 ECU 故障等。

6）打开"ON/OFF"开关时，巡航控制指示灯不闪烁。应排除 CAN 总线系统故障、线束或插接器损坏、组合仪表故障及发动机 ECU 故障等。

本项目小结

- 巡航控制系统由巡航控制开关、制动灯开关、离合器开关、ABS 液压控制单元、加速踏板、发动机 ECU 及燃油喷射系统、巡航控制指示灯、诊断插座等组成。
- 巡航控制系统主要通过巡航控制 ECU 发出的目标发动机转矩信号和加速踏板位置信号来计算燃油消耗量，并通过控制燃油喷射系统控制车速。
- 运用 M. U. T. –III 诊断仪进行诊断和故障分析。

项目二　本田 CR – V 巡航控制系统检修



知识链接

本田 CR – V 巡航控制也称为自适应巡航控制（Adaptive Cruise Control，ACC）。该系统由安装在车辆前部的雷达传感器持续扫描车辆前方道路，同时车轮速度传感器采集车速信号。当与前车之间的距离过小时，ACC 控制单元可以通过与 ABS（或 VSA）、发动机控制系统协调动作，使车轮适当制动，并使发动机的输出功率下降，以使车辆与前方车辆始终保持安全距离。

自适应巡航控制系统在控制车辆制动时，通常会将制动减速度限制在不影响舒适的程度，当需要更大的减速度时，ACC 控制单元会发出声光信号通知驾驶人主动采取制动操作。当与前车之间的距离增加到安全距离时，ACC 控制单元控制车辆按照设定的车速行驶。

重点掌握

- 巡航系统的工作原理
- 诊断功能

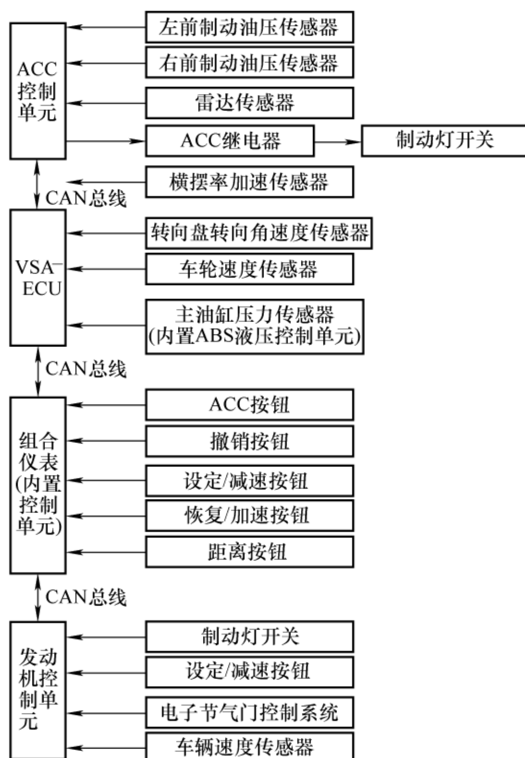
一、巡航系统部件

本田 CR－V 巡航控制电子控制电路主要由巡航控制开关、设定/减速按钮、恢复/加速按钮、巡航控制（ACC）单元、巡航指示灯、发动机控制系统以及制动开关、各种传感器等组成。



二、巡航系统原理

自适应巡航控制（ACC）系统从与各自控制单元相连接的外部传感器和开关来获取信息，然后在设定的车速范围内自动控制车速，同前方车辆保持安全距离。



（续）

学习提示：

1）前方无车辆时，ACC 保持设定的车速。

2）前方有车辆时，ACC 在设定的车速内保持一个设定的距离。

3）如果前方车辆驶出车道，ACC 会使车辆加速到设定的速度然后保持这个速度行驶。

4）雷达传感器可以测出与前方车辆的距离，并且通过使用来自车速传感器和横摆率传感器的输入信息，可以确定前方行驶的目标车辆是否在同一个车道。

5）如果 ACC 检测到一个慢速行驶的车辆以及同前方车辆的距离在拉近，首先通过关闭节气门来减速，然后通过使用制动来完成额外的减速。如果前方车辆离得太近，报警器报警。

6）如果前方慢速行驶的车辆加速，则打开节气门使车辆加速（加到设定速度），以保持跟随距离。

三、设定巡航车速



设定巡航车速操作	
1. 定速巡航的启用	1）按下转向盘右侧的定速巡航“ACC”按钮（CRUISE），组合仪表上定速巡航指示灯（CRUISE）亮起。
	2）踩下加速踏板将车速提高到所希望的巡航速度，如 120km/h（车速大于 40km/h 定速巡航才起作用）。
	3）按设定/减速（SET/DECEL）按钮。组合仪表上定速巡航控制指示灯（CRUISE CONTROL）亮起，表示巡航系统已启动。
2. 加速－减速设定	在巡航过程中加速按“恢复/加速”按钮，达到希望的巡航速度后松开按钮，每按一次增加 1.6 km/h；减速按“设定/减速”按钮，达到希望的巡航速度后松开按钮，每按一次减小 1.6 km/h。
3. 恢复设定	短暂的制动减速后可按“RES”恢复到原定速度巡航，制动时间较长或者速度降低到 40km/h 以下，定速巡航被取消。
4. 取消设定	关闭定速巡航可按“CRUISE”按钮，也可以按“CANCEL”按钮撤销定速巡航。

四、常见故障与诊断

1. 诊断功能

（1）读取故障诊断代码	1）关闭点火开关至“OFF”时，将 HDS 连接到仪表板左下方的数据传输插头（DLC）。
	2）打开点火开关至“ON”（Ⅱ）。
	3）确保 HDS 与车辆及 ACC 装置通信。如果未通信，则进行 DLC 电路故障处理。
	4）按照 HDS 的瞬时提示在显示屏上显示 DTC。
（2）清除故障诊断代码	1）关闭点火开关至“OFF”时，将 HDS 连接到仪表板左下方的数据传输插头（DLC）。
	2）打开点火开关至“ON”（Ⅱ）。
	3）确保 HDS 与车辆及 ACC 装置通信。如果未通信，则进行 DLC 电路故障处理。
	4）按照 HDS 显示屏上的弹出窗口提示清除 DTC。

2. 读取数据流

检查项目	工作条件		正常状况
ACC 继电器	操作 ACC 制动或踩下制动踏板		蓄电池电压
制动油压信号	点火开关“ON（Ⅱ）”		0.5～4.5V
	点火开关“OFF”		约 0V
制动灯开关（用于巡航控制电路）	点火开关“ON（Ⅱ）”		蓄电池电压
	点火开关“OFF”		约 0V
雷达传感器信号	点火开关“ON（Ⅱ）”		蓄电池电压
	点火开关“OFF”		约 0V
ACC 按钮（“CRUISE”按钮）	点火开关“ON”	“CRUISE”按钮：按下	ON
		“CRUISE”按钮：再次按下	OFF
设定/减速按钮（“SET/DECEL”按钮）	点火开关“ON”	“SET/DECEL”按钮：按下	ON
		“SET/DECEL”按钮：松开	OFF
恢复/加速按钮（“RES/ACCEL”按钮）	点火开关“ON”	“RES/ACCEL”按钮：按下	ON
		“RES/ACCEL”按钮：松开	OFF

一点通：

1）当 ACC 系统可以设置车速，但是在组合仪表上无 ACC 显示时，应进行组合仪表控制单元自诊断功能。

2）当按下设置/恢复按钮时，车速无法相应减速或加速，应测试自适应巡航控制（ACC）多功能开关。

3）当踩下制动踏板时无法取消设置的速度，应排除制动灯开关或电路的故障。

4）当无法使用距离开关来调节设置的距离时，应排除距离开关或电路的故障。

5）当自适应巡航控制（ACC）继电器电路故障时，应排除制动灯开关、ACC 继电器、ACC 控制单元以及连接线路等的故障。

6）当雷达传感器出现异常故障时，应检查徽标或上格栅是否正确安装、雷达传感器是否进行匹配操作等。

本项目小结

- 巡航控制系统由巡航控制开关、设定/减速按钮、恢复/加速按钮、巡航控制（ACC）单元、巡航指示灯、发动机控制系统以及制动开关和各种传感器等组成。
- 运用 HDS 诊断仪进行巡航控制系统诊断和故障分析。

第六部分　车身智能控制系统

第 20 堂课　智能灯光控制系统检修



学习目标

1. 通过学习本田自适应前照灯控制系统部件与工作过程，掌握自适应前照灯控制的故障诊断方法。

2. 通过学习宝马 E65 自适应转向灯系统部件与工作过程，掌握自适应转向灯控制的故障诊断方法。

项目一　本田自适应前照灯控制系统



知识链接

自适应前照灯控制系统（Adaptive Front－lighting System，AFS）是一种智能灯光调节系统。通过感知驾驶人操作、车辆行驶状态、路面变化以及天气环境等信息，AFS 自动控制前照灯实时进行上下、左右照明角度的调整，为驾驶人提供最佳道路照明效果。

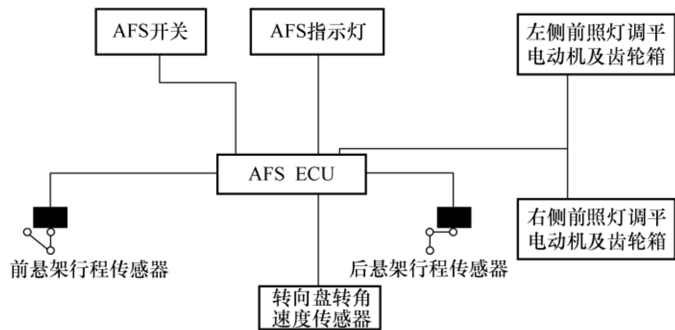
驾驶普通车辆时，驾驶人根据道路情况适时地用灯光开关进行远光灯和近光灯之间的切换，而自适应前照灯系统可根据当时的交通情况，对前照灯照程进行无级调节，使照程在近光灯和远光灯之间变化。

重点掌握

- 自适应前照灯控制系统工作过程
- 自适应前照灯控制系统学习程序

一、部件

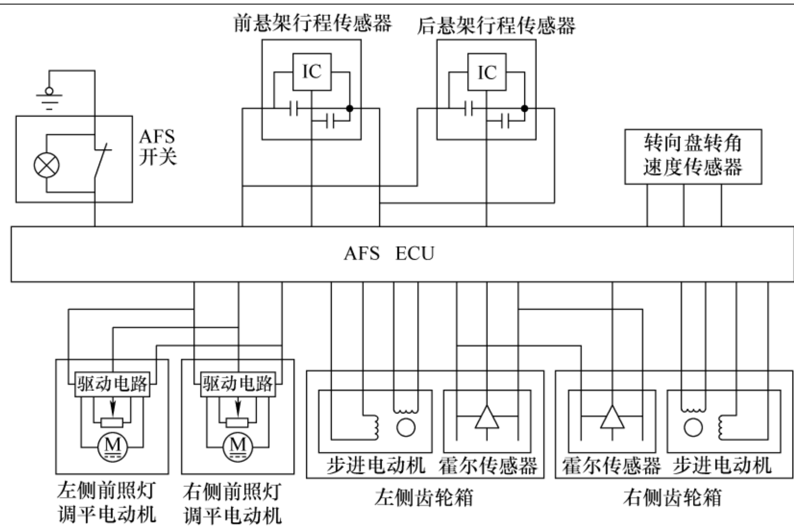
自适应前照灯控制系统由 AFS ECU（自适应前照灯控制单元）、前悬架行程传感器、后悬架行程传感器、转向盘转角速度传感器、左侧前照灯调平电动机及齿轮箱、右侧前照灯调平电动机及齿轮箱、AFS 指示灯以及 AFS 开关组成。



二、工作过程

自适应前照灯控制系统用于调节前照灯使前照灯光束实现最佳对准。前照灯调平电动机将前照灯向上下移动，齿轮箱将前照灯左右移动。

前 / 后悬架行程传感器通过 AFS ECU 发送竖直位移信息至前照灯调平电动机，转向盘转角速度传感器发送的信息与竖直位移信息通过 AFS ECU 发送关于水平移动信号至齿轮箱。AFS ECU 具备自诊断与失效保护功能。



主要功能	
1. 初始化功能	前照灯开关打开时，旋转角在点火开关打开或关闭时初始化。右前照灯对光向左移动 0.8°，且左前照灯对光向右移动 0.8°，然后将前照灯对光移至中间，结束初始化。
2. 旋转控制	前照灯旋转角由来自转向盘转角传感器的信号进行控制。当前照灯开关和 AFS 开关打开，同时车辆速度超过 8 km/h 之后，转向控制起动。
3. 调平控制	前照灯调平由来自悬架行程传感器的信号进行控制。当点火开关与前照灯开关都打开时，调平控制起动。
4. 失效保护功能	如果任何传感器发生故障，则自适应前照灯控制系统切换至失效保护模式。在这种情况下，系统停止控制功能，且 AFS 指示灯闪烁显示故障。如果旋转控制发生故障，则前照灯对光保持在中间位置。如果调平控制发生故障，则前照灯变光光束保持在当前 0.6°位置。

三、故障检修

1. 自诊断

（1）显示 DTC	1）关闭点火开关。
	2）打开点火开关至 ON（II）。
	3）AFS 指示灯熄灭之后 3s 以内，推动 AFS 关闭开关三次。
	4）AFS 指示灯熄灭之后 6s 以内，AFS 指示灯开始显示 DTC。 **学习提示：** 如果存在 DTC，则 AFS 指示灯开始闪烁；如果没有 DTC，则 AFS 指示灯点亮并保持点亮。
（2）清除 DTC	1）关闭点火开关。
	2）打开点火开关至 ON（II）。AFS 指示灯亮起 2s 并初始化 1.5s。
	3）AFS 指示灯关闭之后 3s 以内，长按 AFS 开关。
	4）AFS 指示灯亮起之后 3s 以内，释放开关。
	5）AFS 指示灯关闭之后 3s 以内，推动开关一次。
	6）确保 AFS 指示灯闪烁两次。如果指示灯不闪烁，则从第 1）步开始重复。

2. 自适应前照灯控制系统学习程序

（1）更换 AFS ECU	1）从车辆上卸下所有行李。
	2）打开点火开关。
	3）确保 AFS 指示灯未熄灭。
	4）关闭点火开关，然后再打开点火开关至 ON（II）。
	5）5s 之内，打开 / 关闭前照灯开关或旋至通过位置三次。
	6）确保 AFS 指示灯以 1s 的周期闪烁。如果 AFS 指示灯不闪烁，则返回第 2）步。
	7）打开前照灯开关，确保前照灯能上下及左右移动。
	8）将转向盘从中心位置完全旋转至左侧或右侧 90°或以上。
	9）沿直线以 25km/h 或更高的速度试驾车辆 30m 。
	10）确保 AFS 指示灯熄灭。如果 AFS 指示灯未熄灭，则重复第 8）步与第 9）步。
	11）调节前照灯。
（2）更换前照灯或更换齿轮箱	1）从车辆上卸下行李。
	2）打开点火开关至 ON（II）。
	3）打开前照灯。
	4）连接 HDS 与数据传输插头。
	5）从 HDS 中选择 AFS，并进入数据表（DATALIST）。
	6）使用 HDS 强制运行前照灯，确保两个前照灯向左右摆动大约 20°。
	7）使用 HDS 强制运行前照灯，确保两个前照灯向上下移动。
	8）检查多功能灯开关。
	9）调节前照灯。

一点通：

1）当转向盘转角速度传感器信号出现故障时，应首先排除转向盘转角速度传感器、AFS ECU 及转向盘转角速度传感器的连接线路故障。

2）当自适应前照灯控制系统齿轮箱电动机电路出现故障时，首先进入车身电气（Body Electrical），然后使用 HDS 选择自适应前照灯（Adaptive Front Lighting），进入功能测试（Function Tests），然后选择前照灯 – 左/右（Headlight – Left/Right）进行诊断。

3）当前大灯调平电动机电源电路出现故障时，应排 AFS ECU 故障及 AFS ECU 与前照灯调平电动机电路断路或短路的故障。

本项目小结

- 自适应前照灯控制系统包括 AFS ECU、前/后悬架行程传感器、转向盘转角速度传感器、前照灯调平电动机及齿轮箱、AFS 指示灯以及 AFS 开关。
- 前后悬架行程传感器和转向盘转角速度传感器通过 AFS ECU 发送控制指令来调节前照灯。
- 自适应前照灯控制单元具有自诊断功能，进入车身电气（Body Electrical），然后使用 HDS 选择自适应前照灯（Adaptive Front Lighting），进入功能测试（Function Tests）即可诊断。

项目二　宝马 E65 自适应转向灯



知识链接

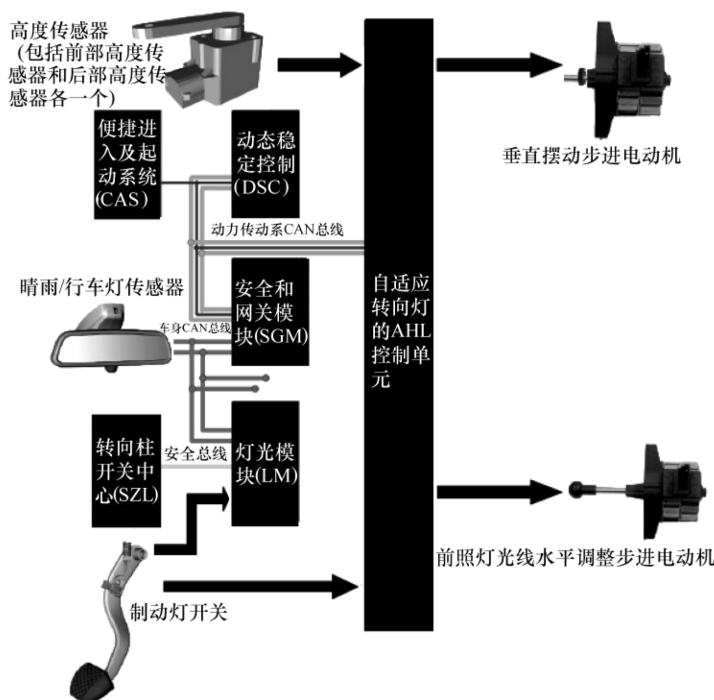
宝马 E65 自适应转向灯（Adaptive Head Lights，AHL）能够在转弯时向弯道方向转动双氙气远光灯和近光灯，使弯道照明更好，视野得到改善。自适应转向灯的控制单元通过转向角、速度、偏航角速度等信号来调整双氙气前照灯的水平照射角度。

重点掌握

- 自适应转向灯工作过程
- 自适应转向灯的设码/编程

一、部件

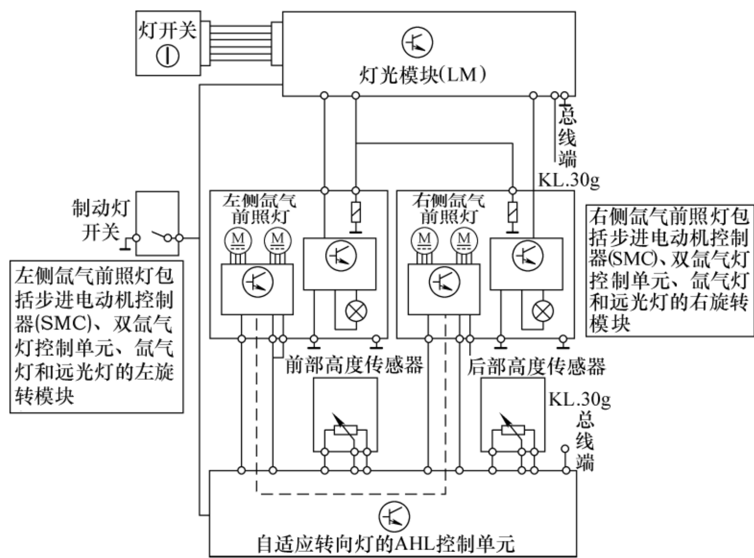
AHL 控制系统主要由自适应转向灯的 AHL 控制单元、高度传感器（前部高度传感器和后部高度传感器）、便捷进入及起动系统（CAS）、动态稳定控制（DSC）、安全和网关模块（SGM）、晴雨 / 行车灯传感器、转向柱开关中心（SZL）、灯光模块（LM）、制动灯开关、垂直摆动步进电动机、前照灯光线水平调整步进电动机及车灯开关等相关部件组成。



相关部件功能	
1. 便捷进入及起动系统（CAS）	便捷进入及起动系统提供用于总线端控制（如总线端 KL. 15 接通）的信号。从总线端 KL. 15 接通起，自适应转向前照灯控制单元进入工作状态。
2. 灯开关	停车灯和近光灯的旋转式开关根据具体的车辆装备而有所不同（自适应转向前照灯、自动车灯控制、自动或手动前照灯光线水平调整）。自适应转向前照灯的灯开关必须位于开关位置“A”（“A” = “自动车灯控制”或“自适应转向前照灯”）。
3. 转向柱开关中心（SZL）	转向柱开关中心向自适应转向前照灯的控制单元传递转向信号灯开关信号。
4. 高度传感器	高度传感器为自适应转向前照灯控制单元提供车辆的信号。
5. 制动灯开关	制动灯开关信号用于自动前照灯光线水平调整，由自适应转向前照灯的控制单元读取。
6. 晴雨 / 行车灯传感器	晴雨 / 行车灯传感器信号用于在自动车灯控制功能下双氙气灯的接通。
7. 自适应转向灯的 AHL 控制单元	AHL 负责控制自适应前照灯转向及水平光线调整。

二、工作过程

自适应转向灯能够在转向时转动双氙气近光灯和远光灯。前后高度传感器通过自适应转向灯的 AHL 控制单元发送垂直位移信息至步进电动机控制器（控制垂直摆动步进电动机），转向角传感器、偏航角速度传感器与前后高度传感器通过 AHL 控制单元发送水平移动信号至步进电动机控制器（控制前照灯光线水平调整电动机）。同时，AHL 控制单元具备自诊断与失效保护功能。



主要功能	
1. 基准运行	前照灯开关打开时，旋转角在点火开关打开或关闭时初始化。右前照灯对光向左移动 0.8°，且左前照灯对光向右移动 0.8°，然后将前照灯对光移至中间，结束初始化。
2. 转向控制	如果识别到信号“停车灯接通”或“发动机运转”，AHL 控制单元接通 SMC。结束基准运行后 AHL 系统转向控制起动。
3. 水平调整	在正常行驶状况下，在速度不高于 40 km/h 时 AHL 由转向角传感器的数据控制。
4. 失效保护功能	如果任何传感器发生故障，则自适应转向灯切换至失效保护模式。在这种情况下，系统停止控制功能，且自适应转向灯发光二极管亮显示故障。如果旋转控制发生故障，则前照灯对光保持在中间位置。

三、自适应转向灯的设码／编程

1. 自诊断	应用 GI1 诊断仪将 AHL 置于诊断模式，读取速度、偏航角速率、转向角等重要总线信号。 **学习提示：** AHL 的功能通过持续亮着的发光二极管显示。如果在 AHL 已激活时发光二极管闪烁，说明 AHL 系统中存在故障。 出现故障时近光灯和前照灯光线水平调整继续处于工作状态，但双氙气灯模块摆动功能退出工作。
2. 更换 AHL 控制单元	更换 AHL 控制单元后需要存储底盘号码并根据车辆数据对控制单元进行设码。 **维修注意：** 如果忽略了与车辆的匹配，则所有 AHL 功能都不可用。

（续）

3. 更换步进电动机控制单元（SMC）	更换 SMC 后必须存储底盘号码并根据前照灯在 SMC 控制单元中进行设码。 **维修注意：** ① 更换 SMC 后要进行调校，否则所有 AHL 功能都不可用。 ② 在更换 SMC 时壳体密封件要按规定密封。
4. 更换双氙气灯	更换双氙气灯后需要根据前照灯对相关的 SMC 进行设码。 **维修注意：** ① 更换双氙气灯后要进行调校，否则所有 AHL 功能都不可用。 ② 调整和检查前照灯。

本项目小结

- AHL 控制系统部件包括自适应转向灯的 AHL 控制单元、前／后部高度传感器、便捷进入及起动系统（CAS）、动态稳定控制（DSC）、安全和网关模块（SGM）、晴雨／行车灯传感器、转向柱开关中心（SZL）、灯光模块（LM）、制动灯开关、垂直摆动步进电动机、前照灯光线水平调整步进电动机及车灯开关。
- 前后高度传感器、转向盘转角速度传感器和偏航角速度传感器通过 AHL 控制单元发送控制指令来调节前照灯。

第21堂课　智能车窗与天窗控制系统



学习目标

1. 通过学习丰田智能车窗控制系统组成与原理，掌握车窗控制系统检修知识。

2. 通过学习新马自达3智能天窗控制系统结构与原理，掌握天窗控制系统检修知识。

项目一　智能车窗控制系统



知识链接

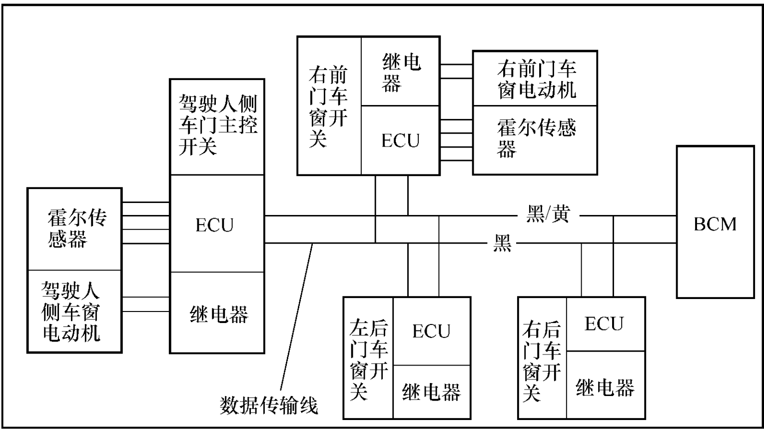
智能车窗控制系统就是当汽车熄火后，锁下门锁时，系统感应到门窗关闭程序，自动关好开着的所有玻璃窗。如果汽车具有防盗器，下车后只需轻轻一按遥控器就可以将车窗及车门锁好，当汽车再次起动时，会恢复原有车辆升降系统工作程序。

重点掌握

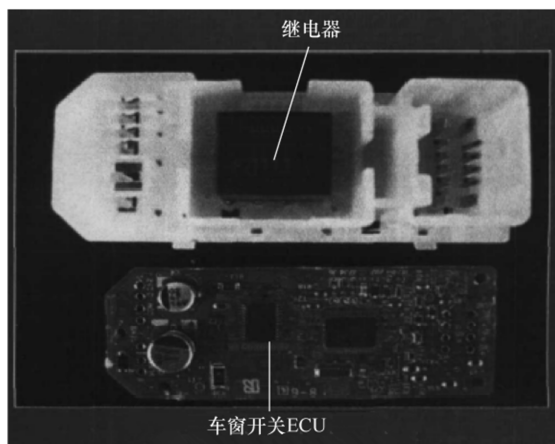
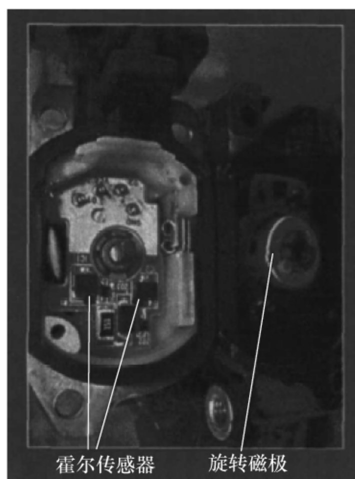
- 智能车窗控制系统组成
- 智能车窗控制系统功能诊断

一、智能车窗控制系统组成

丰田智能车窗控制系统由驾驶人侧车门主控开关，数据传输线，BCM，右前、左后及后门的车窗开关和各个车门上的车窗电动机等组成。

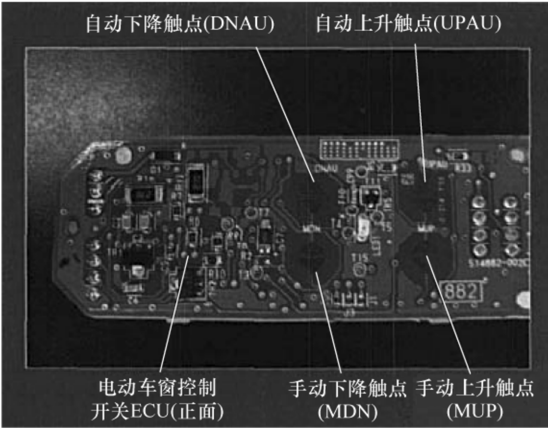


（续）

主要部件		
1. 驾驶人侧车门主控开关		驾驶人侧车门主控开关包括主控开关 ECU 和驾驶人侧车窗电动机控制继电器。
2. 右前、左后及后门的车窗开关		右前、左后及后门的车窗开关由各车门车窗控制开关 ECU 和各车门车窗电动机组成。
3. 车窗电动机		车窗电动机由直流电动机驱动机构和霍尔传感器组成。

二、智能车窗控制系统原理

电动车窗控制开关把电动车窗上升或下降的信号通过数据线传送给各个车门的控制开关 ECU，由控制开关 ECU 计算后再通过继电器控制车窗电动机工作。车窗电动机内的霍尔传感器则将车窗玻璃的位置信号反馈给每个 ECU，使车窗玻璃具有自动升降与防夹功能。



三、智能车窗控制系统的检修

1. 自诊断	
（1）检查 DTC	1）将诊断仪连接到 DLC 上。
	2）将点火开关转到 ON。
	3）检查 DTC。
（2）清除 DTC	1）将诊断仪连接到 DLC 上。
	2）将点火开关转到 ON。
	3）清除 DTC。
	4）重新检查“DTC 被清除”是否显示。

2. 读取数据
1）将诊断仪连接到 DLC 上。
2）按照测试仪屏幕上的提示，监控 ECU 的数据。

学习提示：

通过诊断仪上显示的数据，在不拆卸零部件的情况下，可以读取开关、传感器、执行器等的数值。排除故障首先读取数据是缩短维修时间的一种有效方法。

项目	测量项目 / 范围	正常数据
车门自动 AUTO	驾驶人车门电动窗自动开关信号：ON 或 OFF	ON：驾驶人车门电动窗自动开关工作 OFF：驾驶人车门电动窗自动开关不工作
车门电动窗上升开关	驾驶人车门电动窗手动上升开关信号：ON 或 OFF	ON：驾驶人车门电动窗手动上升开关工作 OFF：驾驶人车门电动窗手动上升开关不工作
车门电动窗下降开关	驾驶人车门电动窗手动下降开关信号：ON 或 OFF	ON：驾驶人车门电动窗手动下降开关工作 OFF：驾驶人车门电动窗手动下降开关不工作

（续）

项目	测量项目 / 范围	正常数据
通信主开关	电动窗 ECU 通信信号：OK 或 STOP	OK：通信正常 STOP：通信停止
点火开关	点火开关信号：ON 或 OFF	ON：点火开关转到 ON OFF：点火开关转到 OFF 或 ACC
驾驶人侧门控灯开关	驾驶人侧门控灯开关信号：ON 或 OFF	ON：驾驶人侧车门已打开 OFF：驾驶人侧车门已关闭
前乘客侧门控灯开关	前乘客侧门控灯开关信号：ON 或 OFF	ON：前乘客侧车门已打开 OFF：前乘客侧车门已关闭

一点通：

1）当车窗不能与车窗控制主开关一起工作时，应排除车窗控制主开关电路、车窗电动机电路、车窗控制主开关等故障。

2）当各自车窗不能与车窗控制开关一起工作时，应排除车窗控制开关电路、车窗电动机电路、车窗控制开关等故障。

3）当自动功能失效时，应将车窗电动机重新初始化或排除车窗控制主开关及线路故障。

4）当自动功能操作不能完全关闭车窗时，应将车窗电动机重新初始化或排除车窗控制主开关故障，必要时清洁玻璃导槽。

本项目小结

- 丰田智能车窗控制系统包括驾驶人侧车门主控开关，数据传输线，BCM，右前、左后及后门的车窗开关和各个车门上的车窗电动机。
- 利用丰田专用诊断仪进行功能诊断。

项目二　智能天窗控制系统



知识链接

智能天窗控制系统是一个数字控制电路，并设有定时器、蜂鸣器和继电器等，其作用是接受开关输入的信息，通过数字电路进行逻辑运算，确定继电器的动作，控制天窗开闭。

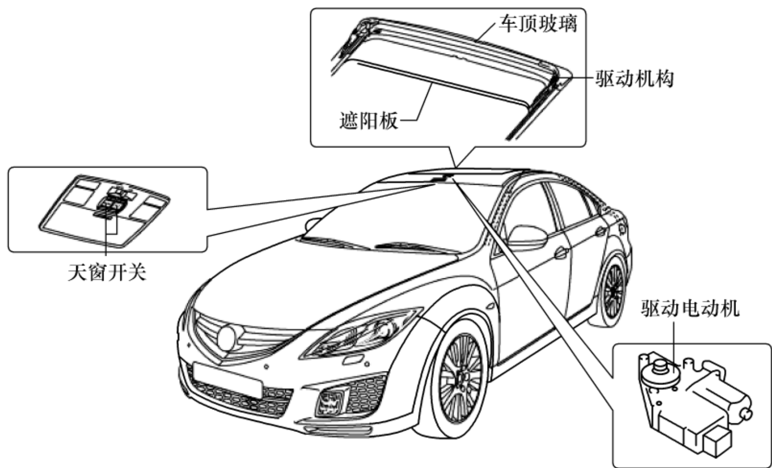
天窗是指安装于汽车顶部，主体材料为玻璃的车身部件，并且该部件有一部分能够由电动机驱动并通过驱动机构将天窗玻璃沿滑槽前后移动、倾斜启闭，且能按要求停留在任意位置。

重点掌握

- 智能电动天窗结构
- 智能电动天窗诊断

一、智能电动天窗结构

智能电动天窗的基本结构由车顶玻璃、遮阳板、驱动电动机、驱动机构和电子控制单元（ECU）及天窗开关等组成。



主要部件		
1. 驱动机构	驱动机构主要由蜗轮蜗杆传动机构、中间齿轮传动机构（主动中间齿轮、过渡中间齿轮）和驱动齿轮等组成。齿轮传动机构接受驱动电动机的动力，改变旋转方向，并将动力传给滑动螺杆，使天窗实现开闭；同时又将动力传给凸轮，使凸轮触动限位开关进行开闭。主动中间齿轮与蜗轮固定在同一轴上，并与蜗轮同步转动；过渡中间齿轮与驱动齿轮固定在同一输出轴上，由主动中间齿轮驱动，使驱动齿轮带动车顶玻璃开闭。	
2. 驱动电动机	驱动电动机通过驱动机构为天窗提供动力，它能双向转动，即改变电流的方向可以改变驱动电动机的旋转方向，实现天窗的开闭。	
3. 天窗开关（天窗开关包括控制开关和限位开关）	（1）控制开关	控制开关主要包括滑动开关和斜升开关。滑动开关有滑动打开、滑动关闭和断开（中间位置）3 个档位。斜升开关也有斜升、斜降和断开（中间位置）3 个档位。通过操作这些开关，令天窗驱动机构的驱动电动机实现正反转，在不同状态下正常工作。
	（2）限位开关	限位开关主要用来检测天窗所处的位置。限位开关靠凸轮转动来实现断开和闭合。凸轮安装在驱动机构的动力输出端。当驱动电动机将动力输出时，通过驱动齿轮和滑动螺杆减速以后带动凸轮转动，于是凸轮周边的凸起部位触动开关使其开闭，以实现对天窗的自动控制。

二、智能电动天窗检修

1. 自诊断	
（1）检查 DTC	1）将诊断仪连接到 DLC 上。
	2）将点火开关转到 ON。
	3）读取滑动天窗系统诊断故障码（DTC）。
（2）清除 DTC	1）将诊断仪连接到 DLC 上。
	2）将点火开关转到 ON。
	3）清除滑动天窗系统 DTC。
	4）重新检查“DTC 被清除”是否显示。

（续）

2. 读取数据
1）将诊断仪连接到DLC上。
2）根据诊断仪上的显示来读取数据表。

学习提示：

通过诊断仪上显示的数据，在不拆卸零部件的情况下，可以读取滑动天窗系统的相关数值。排除故障首先读取数据是缩短维修时间的一种有效方法。

项目	测量项目/范围	正常数据
开启开关	滑动开关开启信号：ON或OFF	ON：OPEN/DOWN开关已按下 OFF：OPEN/DOWN开关未按下
闭合开关	滑动开关关闭信号：ON或OFF	ON：CLOSE/UP开关已按下 OFF：CLOSE/UP开关未按下
霍尔脉冲	霍尔脉冲滑动天窗操作信号：LO或HI	LO：滑动天窗电动机不工作 HI：滑动天窗电动机工作
门控灯	驾驶人侧门控灯开关信号：ON或OFF	ON：驾驶人侧车门打开 OFF：驾驶人侧车门关闭
车门钥匙关闭操作	车门钥匙连动开启操作信号：ON或OFF	ON：驾驶人侧门保持关闭2.5s或更长时间 OFF：驾驶人侧门保持不关闭1.5s或更长时间
遥控关闭操作	遥控滑动天窗关闭信号：ON或OFF	ON：发射器UNLOCK开关没有按下3.4s或更长时间 OFF：发射器UNLOCK开关按下2.4s或更长时间
钥匙关闭许可	钥匙关闭滑动天窗操作许可信号（当前）：ON或OFF	Available：点火开关关断后，驾驶人侧车门在47s内没有关闭 Not Available：除“AVAIL”（可用）外的任何状态
车门钥匙相关（关闭）	Not Available：除“AVAIL”（用）外的任何状态	Available：点火开关关断后，驾驶人侧车门在47s内没有关闭 Not Available：除“AVAIL”（用）外的任何状态
遥控钥匙连动（开启）	遥控滑动天窗开启许可信号：Available（可用）或Not available（不可用）	Available：车辆上无钥匙并且所有车门关闭 Not Available：除“AVAIL”（可用）外的任何状态
遥控钥匙连动（关闭）	遥控滑动天窗关闭许可信号：Available（可用）或Not available（不可用）	Available：车辆上无钥匙并且所有车门开启 Not Available：除“AVAIL”（可用）外的任何状态
开启开关故障（以往）	开启开关故障信号（以往）：Fail（有故障）或Not Fail（无故障）	有故障：滑动天窗开启信号故障（以往） 无故障：滑动天窗开启信号无故障（以往）

（续）

项目	测量项目／范围	正常数据
关闭开关故障（以往）	关闭开关故障信号（以往）：Fail（有故障）或 Not Fail（无故障）	有故障：滑动天窗关闭信号故障（以往） 无故障：滑动天窗关闭信号无故障（以往）
开启开关故障（当前）	开启开关故障信号（当前）：Fail（有故障）或 Not Fail（无故障）	有故障：滑动天窗开启信号故障（当前） 无故障：滑动天窗开启信号无故障（当前）
关闭开关故障（当前）	关闭开关故障信号（当前）：Fail（有故障）或 Not Fail（无故障）	有故障：滑动天窗关闭信号故障（当前） 无故障：滑动天窗关闭信号无故障（当前）

一点通：

1）当滑动功能和倾斜功能不工作时，应排除滑动天窗 ECU 电源电路、天窗开关及电路等故障。

2）当滑动功能或倾斜功能不工作时，应排天窗开关电路故障。

三、智能电动天窗匹配

1）将点火开关转到 ON（IG）。
2）确保滑动天窗完全关闭。
3）按压 CLOSE／UP 开关并保持直到完成下列动作：倾斜向上 → 倾斜向下 → 滑动开启 →滑动关闭。
4）检查是否滑动天窗停止在完全闭合位置。
5）完成初始化。
6）检查自动操作是否正常工作。

维修注意：

1）如果滑动天窗不能完全闭合，或其位置变得不正，需重新进行初始化。

2）当 CLOSE／UP 保持按下状态时，如果天窗玻璃停止移动或开始向反方向运动，继续保持开关状态 10 s 或更长时间，使滑动天窗控制 ECU 回到非初始化状态，然后再次执行初始化步骤。

3）如果 AUTO 操作功能以及防夹保护功能在主动齿轮初始化后不能运行，则需更换滑动天窗主动齿轮（滑动天窗控制 ECU）。

本项目小结

- 智能电动天窗的基本结构由车顶玻璃、遮阳板、驱动电动机、驱动机构和电子控制单元（ECU）及天窗开关组成。
- 利用马自达专用诊断仪进行功能诊断。

第 22 堂课　智能刮水器与洗涤控制系统



学习目标

1. 通过学习马自达 3 自动刮水器控制系统结构与原理，掌握自动刮水器控制系统检修知识。

2. 通过学习洗涤控制系统结构与原理，掌握洗涤控制系统检修知识。

项目一　自动刮水器控制系统



知识链接

自动刮水器控制系统就是利用光学传感器原理，在下雨有雨点落到风窗玻璃的时候，可以自动开启刮水器，并根据雨量的大小控制刮水器运动速度，从而在车辆行驶过程中代替驾驶人进行刮水器控制。

目前新马自达 6 轿车配备有自动刮水器控制系统，它只需将刮水器开关旋在自动（AUTO）档的位置，一切都由刮水器控制系统自动完成，自动刮去风窗玻璃上的雨滴，保证行车的安全性。

重点掌握

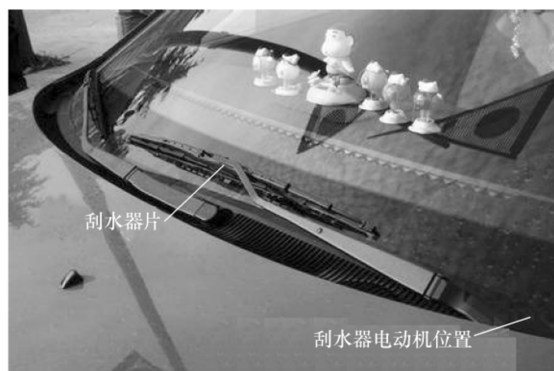
- 自动刮水器控制系统原理
- 自动刮水器控制系统功能诊断

一、自动刮水器控制系统结构与原理

1. 系统结构

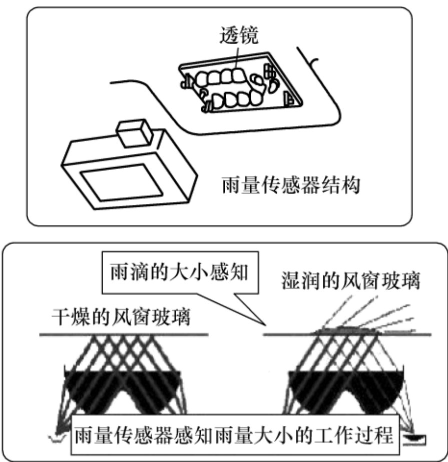
自动刮水器控制系统由位于车内后视镜上、前风窗玻璃正上方的雨量传感器、位于转向盘右侧的带有自动档位（AUTO）的刮水器开关、刮水器电动机、刮水器片及相关控制线路、仪表台内的刮水器控制单元等组成。	
主要部件	
（1）雨量传感器	

（续）

主要部件	
	学习提示： ① 刮水器开关上有一个调节刮水器传感器灵敏度的开关，它可以在合理的范围内灵敏地感知雨量大小，并能够进行适时控制。 ② 刮水器开关包括手动控制和自动控制两种功能。当刮水器开关手柄位于最上端位置是（“OFF” 位置）时：向上扳动开关则是单触功能，单触一下即刮一下，开关手柄自动弹回；向下扳动一个档位是自动档（AUTO），此时可自动实现刮雨功能；再往下是慢速 1 档，最下端位置是快速 2 档。
（2）带有自动档位（AUTO）的刮水器开关	
（3）刮水器电动机、刮水器片	
（4）刮水器控制单元	

2. 系统原理

集成的雨量传感器用于感知是否下雨。当刮水器开关旋转到“AUTO”位置，雨量传感器利用光电原理感知到下雨时，通过刮水器控制单元控制刮水器电动机进行刮水动作。



学习提示：

自动刮水器控制系统是一种智能雨量感应系统，它安装在前风窗玻璃后面，利用光学原理，采用先进的光电转换技术，对汽车前风窗玻璃上的雨水、雾水、雪水进行探测判断，采集数据，经刮水器控制单元计算、准确判断后，根据雨量大小，自动进行刮水动作。

二、自动刮水器控制系统的诊断功能

1. 自诊断

（1）故障码读取	1）将 M－MDS 连接至 DLC。
	2）在车辆得到识别之后，从 M－MDS 的初始化界面中选择“自检”→“模块”→“LCM（自动灯光/刮水器控制单元）”。
	3）根据屏幕上的指示对 DTC 进行检查。
（2）故障码清除	1）将 M－MDS 连接至 DLC。
	2）在车辆得到识别之后，从 M－MDS 的初始化界面中选择“自检”→“模块”→“LCM（自动灯光/刮水器控制单元）”。
	3）根据屏幕上的指示对 DTC 进行检查。
	4）按下屏幕上的清除按钮，以清除 DTC。
	5）将点火开关切换至“OFF”。
	6）把点火开关打在“ON”位置并等待 5s 以上。
	7）进行 DTC 检查，确认未显示任何 DTC。

2. 雨滴传感器重新初始化设定

学习提示：

更换新雨滴传感器、更换风窗玻璃而重复使用雨滴传感器或自动刮水器系统维修后均应进行初始化设定。

1）清除风窗玻璃表面上的水和污物。

2）将点火开关切换至“OFF”。

3）将风窗玻璃刮水器开关转至“AUTO”位置。

4）点火开关置于“ON ”位置后 10s 之内，将风窗玻璃刮水器开关从“AUTO ”位置转至“OFF ”位置 5 次并将其返回到“AUTO”位置。当初始设定正确执行后，风窗玻璃刮水器在低速下工作一次。

维修注意：

从 AUTO→OFF→AUTO 应控制 1s 一个循环，如果操作速度过快，则无法检测到风窗玻璃刮水器开关的位置，而可能无法执行初始化设定。

一点通：

自动刮水器控制系统具有保护刮水器的特性，因此在下列条件下系统将不工作：

1）低温刮水器抑制：当点火开关第一次转到“ON”位置，车辆不动，且车外温度低于 0℃时，雨量感应系统不工作。

2）空档刮水器抑制：当点火开关在“ON”位置，变速杆在 N 位，且车速低于 8km/h 时，雨量感应系统不工作。

本项目小结

- 自动刮水器控制系统由雨量传感器、带有自动档位（AUTO）的刮水器开关、刮水器电动机、刮水器片及相关控制线路、仪表台内的刮水器控制单元所组成。
- 利用 M－MDS 执行自动刮水器控制系统功能诊断。

项目二 洗涤控制系统



知识链接

洗涤控制系统包括风窗玻璃洗涤控制系统和前照灯洗涤控制系统，其中前照灯洗涤控制系统由前照灯清洗器电动机、前照灯洗涤器软管、前照灯洗涤器、车身控制单元（BCM）及前照灯洗涤器开关等组成。

前照灯洗涤控制系统就是在前照灯的下方有一个出水口，随时可以清洗前照灯灯罩上的灰尘及污渍。它通过按动前照灯洗涤器开关按钮，即可直接进行清洗。

重点掌握

- 洗涤控制系统结构与原理
- 洗涤控制系统检修

一、洗涤控制系统结构与原理

车身控制单元（BCM）控制风窗玻璃洗涤器工作和前照灯洗涤器工作。当车身控制单元（BCM）检测到风窗玻璃洗涤器开关起动时，车身控制单元（BCM）会启用其洗涤器电动机继电器驱动输出信号，该信号将蓄电池电源提供给洗涤器电动机继电器的线圈。这使得继电器通电，从而将蓄电池电源施加至洗涤器电动机。

当近光或远光前照灯开启时，前照灯洗涤器系统才能启用。此外，在首次执行前照灯洗涤器操作后，在接下来 4 次风窗玻璃洗涤器起动或 48 h（以先到者为准）内将不再执行前照灯洗涤的操作。

1. 洗涤控制系统结构	洗涤控制系统主要由车身控制单元（BCM）及继电器、刮水器电动机及开关、洗涤器电动机、风窗玻璃洗涤器开关、前照灯洗涤器开关、前照灯洗涤器电动机及洗涤器喷嘴、前照灯洗涤器执行器和洗涤器软管组成。
	车身控制单元(BCM)及继电器 刮水器电动机及刮水器开关 洗涤器电动机 风窗玻璃洗涤器开关 前照灯洗涤器开关 前照灯洗涤器电动机
2. 洗涤控制系统电路原理	1）当点火开关处在 ON 位置（IG1、IG2）时，如果打开风窗玻璃洗涤器开关，则车身控制单元（BCM）控制风窗玻璃洗涤器继电器或后洗涤器继电器通电，使洗涤器电动机工作。 2）当点火开关和灯开关都处在 ON 位置（IG1、IG2）时，如果打开前照灯洗涤器开关，则车身控制单元（BCM）控制前照灯洗涤器继电器通电，使前照灯洗涤器电动机工作。
	IG1 IG2 B+ IG2 前照灯洗涤器继电器 前照灯洗涤器电动机 BCM 风窗玻璃洗涤器继电器 后洗涤器继电器 洗涤器电动机 CPU 风窗玻璃洗涤器开关 自动 TNS 前照灯洗涤器开关 PASS HI OFF LO 灯开关

（续）

3. 前照灯洗涤器执行器工作原理	当前照灯洗涤器系统不工作时，前照灯洗涤器执行器中的一个弹簧将前照灯洗涤器喷嘴保持在收缩状态。	当前照灯洗涤器系统工作时，喷水压力因前照灯洗涤器电动机的工作而升高，推动前照灯洗涤器执行器中的活塞，使前照灯洗涤器喷嘴从前保险杠弹出，并喷射清洗液。

二、洗涤控制系统检修

1. 车身控制单元（BCM）诊断	**学习提示：** 车身控制单元（BCM）主要控制车身电器方面，包括空调、灯光、电动车窗（天窗）、报警系统及刮水器和洗涤控制等系统。 车身控制单元（BCM）具有自诊断功能，将故障诊断仪连接至 DLC 诊断插座即可读取故障码、清除故障码、执行元件测试等。	
2. 洗涤器电动机测试	将蓄电池正极连接到洗涤器电动机的接线端 A，蓄电池负极连接到洗涤器电动机的接线端 B。洗涤器电动机应能正常工作。如果出现故障，则应更换洗涤器电动机。	
3. 前照灯洗涤器电动机测试	将蓄电池正极连接到前照灯洗涤器电动机的接线端 A，蓄电池负极连接到前照灯洗涤器电动机的接线端 B。前照灯洗涤器电动机应能正常工作。如果出现故障，则应更换前照灯洗涤器电动机。	

一点通：

1）洗涤控制系统常见故障主要有洗涤器电动机损坏、风窗玻璃洗涤器开关故障、前照灯洗涤器开关损坏和前照灯洗涤器电动机损坏等。如果发现上述元件工作异常，则更换损坏的元件。

2）车身控制单元（BCM）失效，将导致整个系统无法工作，应更换车身控制单元（BCM）。

本项目小结

- 洗涤控制系统电子元件包括车身控制单元（BCM）及继电器、刮水器电动机及开关、洗涤器电动机、风窗玻璃洗涤器开关、前照灯洗涤器开关和前照灯洗涤器电动机等。
- 车身控制单元（BCM）控制风窗玻璃洗涤操作和风窗玻璃洗涤所激活的刮水器操作。
- 洗涤控制系统主要检修刮水器电动机、洗涤器电动机、前照灯洗涤器电动机。

第 23 堂课　安全防盗报警系统



学习目标

1. 通过学习三菱车身遥控操作系统组成与工作过程，掌握车身锁定及解锁系统检修知识。

2. 通过学习三菱发动机防盗系统组成与工作过程，掌握发动机防盗系统的功能。

项目一　车身遥控操作系统



知识链接

车身遥控操作系统（KOS）集成了车门进入功能、发动机起动功能、遥控开闭系统功能和晶片防盗系统、警告/报警系统。

1. 车门进入锁止功能

当驾驶人带有 KOS－ECU 中注册的遥控器时，驾驶人无需从口袋或包里取出，只要拉动前车门外侧把手就能解锁所有车门。同理，按下前车门外侧把手的锁止开关也可以锁止所有车门。

2. 发动机起动功能

当驾驶人带有 KOS－ECU 中注册的遥控器时，驾驶人无需从口袋或包里取出即可起动发动机。

3. 遥控开闭系统功能

通过操作遥控器集成锁止／解锁按钮，可打开／关闭所有车门。

4. 晶片防盗系统

防止发动机被未授权的钥匙起动，具有防起动功能。

5. 警告/报警系统

通过报警器提醒驾驶人车辆异常打开，具有防盗功能。

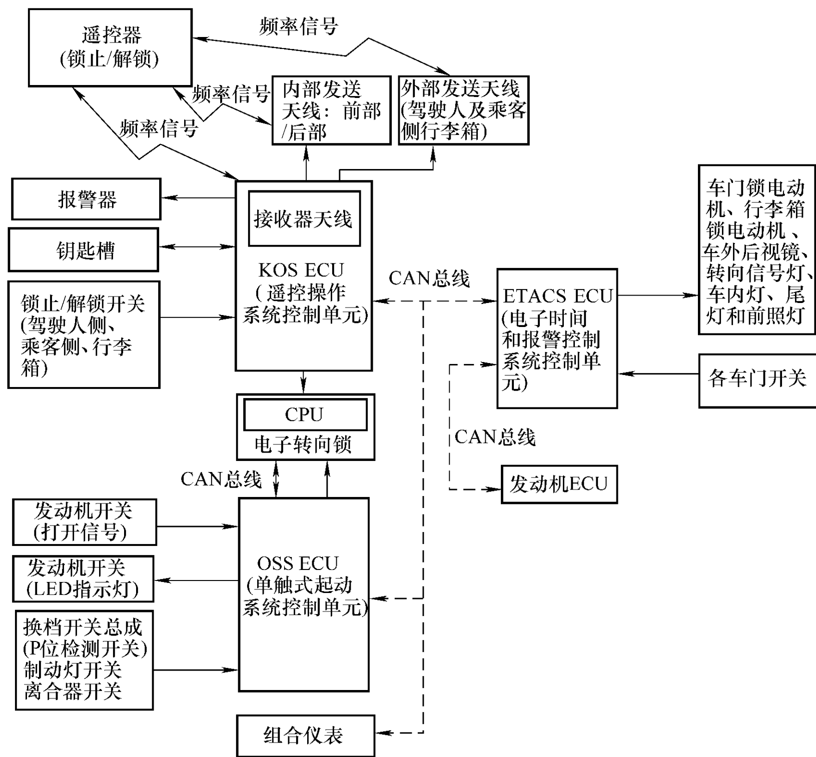
重点掌握

- 车身遥控操作系统的工作原理
- 车身遥控操作系统故障数据诊断

一、车身遥控操作系统组成与工作过程

车身遥控操作系统由 KOS ECU、电子转向锁、遥控器、锁止/解锁开关、外部发送器天线和内部发送器天线等相关部件组成。

KOS ECU 接收到门锁开关锁止或解锁信号后，将向车门锁电动机锁止或解锁控制电路提供蓄电池电压，于是车门、行李箱将按命令进行锁止或解锁。



主要部件和功能	
1. KOS ECU	通过使用以下输入/输出和通信来控制 KOS 。 1）驾驶人侧、乘客侧、行李箱锁止/解锁开关的输入。 2）通过 CAN 总线实现与 ETACS ECU、OSS ECU 和组合仪表的通信。 3）通过内部发送器天线、外部发送器天线以及钥匙槽集成天线，实现遥控器的无线通信。 4）输出到报警器。 5）输出许可信号到电子转向锁进行控制。
2. 电子转向锁（集成了电子转向锁控制单元）	电子转向锁通过与 OSS ECU 的许可通信、KOS ECU 的许可通信，使电子转向锁实现锁止/解锁功能。
3. 遥控器	遥控器接收从内/外发送器天线发送的信号，认证钥匙 ID 代码，计算加密代码，然后发送答复数据信号至 KOS ECU 。另外，按下遥控器上的锁止/解锁开关时，相应的信号被发送至 KOS ECU 。
4. 锁止/解锁开关（驾驶人侧、乘客侧、行李箱）	当携带遥控器的驾驶人按下前车门外把手的锁止/解锁开关时，所有车门和行李箱锁止/解锁。

（续）

主要部件和功能	
5. 外部发送器天线（驾驶人及乘客、行李箱）	通过天线使来自 KOS ECU 的数据转换成信号，然后发送该信号到遥控器。
6. 内部发送器天线（前部/后部）	通过天线使来自 KOS ECU 的数据转换成信号，然后发送该信号至遥控器。
7. 报警器	当车辆操作异常时，通过来自 KOS ECU 的信号报警。
8. 钥匙槽	通过天线使来自 KOS ECU 的数据转换成信号，然后发送该信号到遥控器，并发送答复数据信号至 KOS ECU 。
9. OSS ECU	通过发动机开关、制动灯开关、P 位检测开关和离合器开关等输入/ 输出和通信来控制 OSS。
10. 发动机开关	1）发动机开关 ON/OFF 的信号输出到 OSS ECU。 2）来自 OSS ECU 的 LED 信号输入。
11. 组合仪表	通过 CAN 总线与 KOS ECU 和 OSS ECU 通信，接收到来自 KOS ECU 和 OSS ECU 的报警请求和报警信息，然后显示报警信号。
12. ETACS ECU	通过 CAN 总线与 KOS ECU 通信。通过来自 KOS ECU 的车门锁止/ 解锁请求和行李箱锁止/ 解锁请求，ETACS ECU 输出锁止/ 解锁信号，然后，点亮转向信号指示灯和车内灯、尾灯、前照灯，以告知驾驶人车门已经锁止/解锁。
13. 发动机 ECU	通过 CAN 使用 ETACS ECU 与 OSS ECU 通信；许可/ 阻止发动机起动，并控制发动机操作。

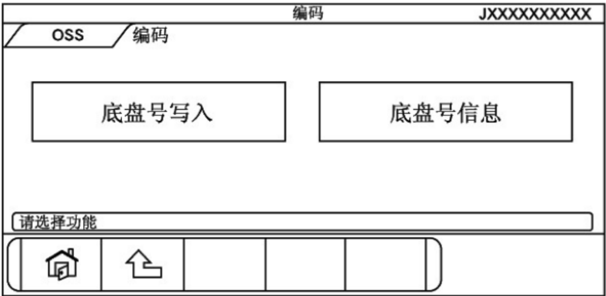
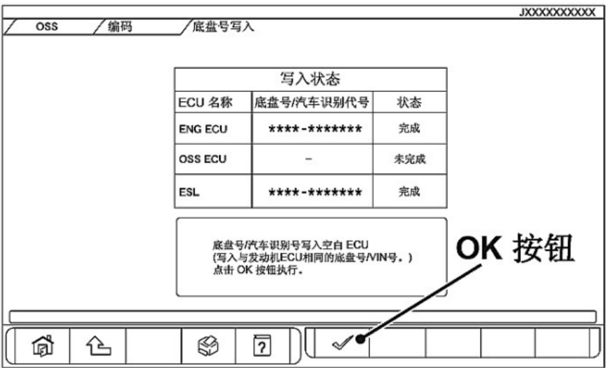
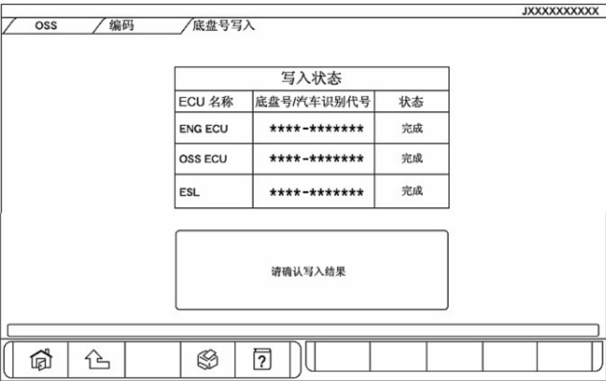
二、故障诊断

1. 读取故障码	1）确保点火开关处于“LOCK”（OFF）位置。		
	2）启动个人电脑。		
	3）将专用工具 M. U. T. －III 连接到车辆的诊断插接器。		
	4）将电源开关转到“ON”位置，当诊断仪通电时指示灯以绿色点亮。		
	5）启动个人电脑上的 M. U. T. －III 系统，然后将点火开关转到“ON”位置。		
	6）使用 M. U. T. －III，清除 KOS 系统设置的故障诊断代码。		
	7）将点火开关转到“ON”位置，重新读取 KOS 系统设置的故障诊断代码。		
2. 读取数据流	检查项目	工作条件	正常状态
	驾驶人侧车门锁止/解锁开关	驾驶人车门锁止/ 解锁开关：打开	打开
		驾驶人车门锁止/ 解锁开关：关闭	关闭
	乘客侧车门锁止/解锁开关	乘客侧车门锁止/ 解锁开关：打开	打开
		乘客侧车门锁止/ 解锁开关：关闭	关闭
	行李箱锁止/ 解锁开关	行李箱锁止/ 解锁开关：打开	打开
		行李箱锁止/ 解锁开关：关闭	关闭
	发动机开关	按下发动机开关	打开
		未按下发动机开关	关闭
	制动灯开关	踩下制动踏板	打开
		松开制动踏板	关闭

（续）

<table>
<tr><td rowspan="22">2. 读取数据流</td><th>检查项目</th><th>工作条件</th><th>正常状态</th></tr>
<tr><td rowspan="2">离合器开关</td><td>踩下离合器踏板</td><td>打开</td></tr>
<tr><td>松开离合器踏板</td><td>关闭</td></tr>
<tr><td rowspan="2">P 位检测开关</td><td>将变速杆换入 P（驻车）位以外的档</td><td>外部停车场</td></tr>
<tr><td>将变速杆换至 P 位</td><td>驻车</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ESL 驱动许可信号</td><td>起动发动机后</td><td>关闭</td></tr>
<tr><td>以上除外的其他情况</td><td>打开</td></tr>
<tr><td rowspan="2">起动信号输出</td><td>起动</td><td>打开</td></tr>
<tr><td>以上除外的其他情况</td><td>关闭</td></tr>
<tr><td rowspan="2">IG1 输出</td><td>电源模式被调至打开（ON），或者通过按下发动机开关起动发动机</td><td>打开</td></tr>
<tr><td>以上除外的其他情况</td><td>关闭</td></tr>
<tr><td rowspan="5">OSS 电源状态</td><td>电源模式异常</td><td>默认或无信号</td></tr>
<tr><td>电源模式为关闭（OFF）</td><td>IG（点火）关闭</td></tr>
<tr><td>电源模式为 ACC</td><td>IG（点火）ACC</td></tr>
<tr><td>电源模式为 ON</td><td>IG（点火）ON</td></tr>
<tr><td>点火开关 ON</td><td>点火 START 或 IG 运行</td></tr>
<tr><td>+B1 电源电压（AD）</td><td>始终</td><td>蓄电池电压</td></tr>
<tr><td>+B2 电源电压（AD）</td><td>始终</td><td>蓄电池电压</td></tr>
<tr><td rowspan="4">ESL 状态</td><td>电子转向锁异常</td><td>默认或无信号</td></tr>
<tr><td>电子转向锁解锁</td><td>行驶</td></tr>
<tr><td>电子转向锁不工作</td><td>停止</td></tr>
<tr><td>电子转向锁处于失效保护</td><td>故障</td></tr>
<tr><td rowspan="6">3. 天线通信测试</td><td colspan="3">1）启用 PC 上的 M. U. T. -III 系统。</td></tr>
<tr><td colspan="3">2）选择“System Select（选择系统）”屏幕上的“KOS/IMMO/Keyless”按钮。然后，选择合适的选装代码项并点击 OK 按钮。</td></tr>
<tr><td colspan="3">3）在下一屏幕选择“Special Function（特殊功能）”。</td></tr>
<tr><td colspan="3">4）在“Special Function”屏幕上选择“Communication Test（通信测试）”。</td></tr>
<tr><td colspan="3">5）在“Communication Test”屏幕上选择要测试的天线，并在遥控器放置在通信工作范围内的情况下按下 OK 按钮。</td></tr>
<tr><td colspan="3">6）在显示“Communication is normal（通信正常）”后按下 OK 按钮。</td></tr>
<tr><td>4. 底盘识别号码的注册程序</td><td colspan="3">学习提示：
当更换 KOS ECU、OSS ECU，或者更换电子转向锁，均可以通过执行相同的菜单选择来进行注册（即使 OSS ECU 与电子转向锁作为一个组件同时被更换，也只需执行注册过程一次）。</td></tr>
</table>

（续）

<table>
<tr><td rowspan="11">4. 底盘识别号码的注册程序</td><td>1）更换 OSS－ECU 或电子转向锁。</td></tr>
<tr><td>2）将 M. U. T. －Ⅲ 连接到诊断插接器上。</td></tr>
<tr><td>3）从 M. U. T. －Ⅲ 系统选择屏幕上选择“OSS”。</td></tr>
<tr><td>4）从 OSS 功能菜单屏幕上选择“Coding（编码）”

</td></tr>
<tr><td>5）从编码菜单屏幕上选择“Chassis No. Writing（底盘号写入）”

</td></tr>
<tr><td>6）按照屏幕上的说明，按下 OK 按钮，以执行底盘识别号码写入。</td></tr>
<tr><td>7）在写入结果确认屏幕上，检查确认底盘识别号码已被写入，并完成注册。

</td></tr>
<tr><td>8）操作发动机开关以关闭电源。</td></tr>
<tr><td>9）将驾驶人侧门从打开设置为关闭，或从关闭设置为打开。</td></tr>
<tr><td>10）携带遥控器，执行发动机开关操作，将电源从 ON 调至 OFF 两次。</td></tr>
<tr><td>11）检查确认未设置 OSS ECU 的故障诊断代码。</td></tr>
</table>

一点通：

1）KOS ECU 供给电源和接地电路故障，应排除线束和插接器损坏或 KOS ECU 故障。

2）操作任何车门上的锁止/ 解锁开关都无法对车门进行锁止或解锁，应排除 CAN 总线故障、中控门锁系统故障、遥控器故障、线束和插接器损坏以及 KOS ECU 故障等。

3）驾驶人侧车门锁止/ 解锁开关不工作，应排除外部传输天线故障、驾驶人侧锁止/ 解锁开关故障等。

4）遥控操作系统不工作，应排除 CAN 总线、车门开关、遥控器、KOS ECU、OSS ECU 及 ETACS ECU 等故障。

5）当出现底盘识别号不匹配时，应排除 CAN 总线、发动机 ECU 的底盘识别号码写入错误、OSS ECU 等故障，然后进行匹配操作。

本项目小结

- 车身遥控操作系统由 KOS ECU、电子转向锁、遥控器、锁止/ 解锁开关、外部发送器天线、内部发送器天线、报警器、OSS ECU、发动机开关、组合仪表、ETACS ECU 及发动机 ECU 组成。
- 利用 M. U. T. –III 执行车身遥控操作系统功能诊断。

项目二　发动机防盗系统



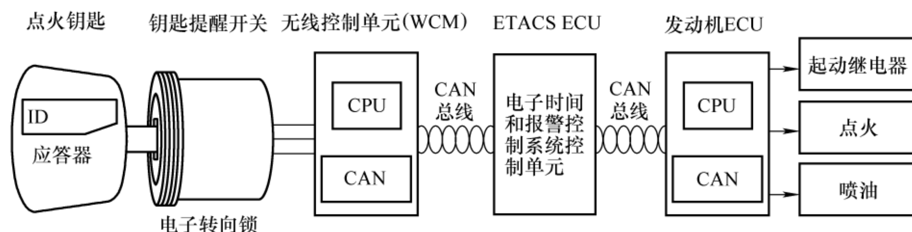
知识链接

发动机防盗系统主要是在汽车点火钥匙内装有电子芯片，每个芯片内都有固定的 ID（相当于身份识别号码），只有钥匙芯片的 ID 与发动机的 ID 一致时，汽车才能起动。相反，如果不一致，汽车就会马上自动切断电路，使发动机无法起动。

重点掌握

- 发动机防盗系统工作过程
- 发动机防盗系统数据诊断

一、发动机防盗系统组成与工作过程

1. 组成	发动机防盗系统由点火钥匙、钥匙提醒开关（内含钥匙识别绕组）、无线控制单元（WCM）、ETACS ECU、发动机 ECU 及指示灯等组成。 

（续）

2. 工作过程	1）将点火钥匙插入点火开关或将点火开关调至 ON 位置时，WCM 通过电子转向锁（钥匙提醒开关）用无线电传输一个注册了 WCM 的 ID 代码（钥匙 ID）至点火钥匙。
	2）当点火钥匙接收到来自 WCM 的传输信号时，集成到点火钥匙中的应答器通过钥匙提醒开关用无线电传输与该钥匙唯一匹配的 ID 代码至 WCM。
	3）WCM 比较来自点火钥匙的 ID 代码和已经注册的 ID 代码，当两者匹配时，发动机才允许被起动。 **知识链接：** 如果使用无效 ID 代码，则 WCM 不会接收或辨认其代码；此时 ETACS ECU 通过报警系统发出警报。 **维修注意：** ① 集成于应答器中的点火钥匙使用 WCM 提供的电源。因此，即使点火钥匙（发送器的）里的电池放完电，应答器也能正常工作。 ② 提供了两个点火钥匙（发送器和应答器），根据需要，一辆车可以注册最多八个钥匙。 ③ 更换了 WCM，或丢失了钥匙以及新增了钥匙，必须使用 M. U. T. －III 注册所有钥匙 的 ID 代码。

二、故障检修

1. 读取故障码	1）确保点火开关处于“LOCK”（OFF）位置。
	2）启动个人电脑。
	3）将专用工具 M. U. T. －III 连接到车辆的诊断插接器。
	4）将电源开关转到“ON”位置，当诊断仪通电时指示灯以绿色点亮。
	5）启动个人电脑上的 M. U. T. －III 系统，然后将点火开关转到“ON”位置。
	6）使用 M. U. T. －III，清除 WCM 系统设置的故障诊断代码。
	7）将点火开关转到“ON”位置，重新读取 WCM 系统设置的故障诊断代码。

	测试项目	正常状态
2. 读取数据流	把手锁止开关	钥匙插入
	接收到的钥匙数据（ID）	存储的点火钥匙 ID
	接收到的钥匙数据（按钮）	发送器的开关状态
	已注册的防盗装置的钥匙数量	储存的点火钥匙数量（可以起动发动机的已注册点火钥匙的数量）

一点通：

1）WCM 电源和接地电路异常，应排除线束和插接器损坏或 WCM 故障。

2）遥控操作系统解锁车门后，定时锁止功能不工作，应排除遥控操作系统发送器、ETACS ECU 及线束和插接器损坏等故障。

3）遥控操作系统功能完全不工作，应排除遥控操作系统发送器、ETACS ECU 及线束和插接器损坏等故障。

本项目小结

- 发动机防盗系统由点火钥匙、钥匙提醒开关、无线控制单元（WCM）、ETACS ECU、发动机 ECU 及指示灯组成。
- 利用 M. U. T. －III 执行发动机防盗系统功能诊断。

第 24 堂课　轮胎胎压监控系统技术



学习目标

1. 通过学习奥迪 A6L 轮胎胎压监控系统组成与工作原理，掌握轮胎胎压监控系统技术数据诊断知识。

2. 通过学习新款宝马轮胎胎压监控系统检修结构与原理，掌握轮胎胎压监控系统功能故障检修知识。

项目一　奥迪轮胎胎压监控系统



知识链接

轮胎胎压监控系统技术（Tire Pressure Monitoring System，TPMS）可以通过记录轮胎转速，或通过安装在轮胎中的电子传感器，对轮胎的各种状况进行实时自动监测，为行驶提供有效的安全保障。

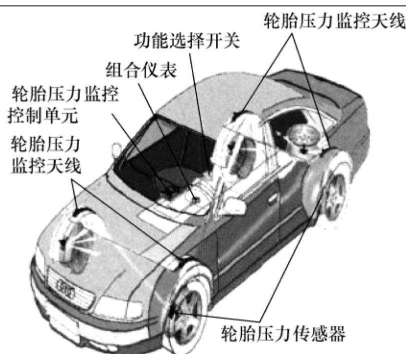
TPMS 主要分为两种类型：一种是间接式胎压监测系统（Wheel Speed Based TPMS，WSB TPMS），通过轮胎的转速差来判断轮胎是否异常；另一种是直接式胎压监测系统（Pressure Sensor Based TPMS，PSB TPMS），通过在轮胎里面加装四个胎压监测传感器，在汽车静止或者行驶过程中对轮胎气压和温度进行实时自动监测，并对轮胎高压、低压、高温进行及时报警。

重点掌握

- 轮胎胎压监控系统的工作原理
- 轮胎胎压监控系统故障数据诊断

一、轮胎胎压监控系统的组成

轮胎胎压监控系统由轮胎压力传感器、轮胎压力监控天线、轮胎压力监控控制单元、组合仪表及功能选择开关等组成。



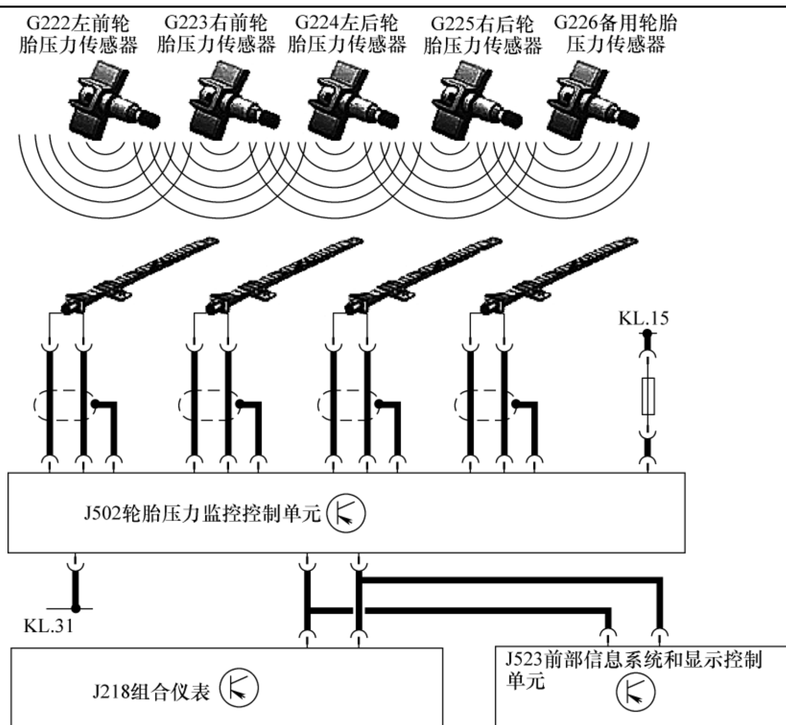
（续）

主要部件	
1. 轮胎压力传感器	轮胎压力传感器安装在轮胎金属气门嘴上，它主要将轮胎的实时压力信息（绝对压力）发送给轮胎压力监控控制单元，用来评估轮胎压力情况。
	学习提示： 轮胎压力温度信号用于补偿因温度改变而引起的压力变化。当温度高于某一限定值时，轮胎压力传感器就停止发送无线电信号。一般轮胎压力以 20℃时的值为标准值。
2. 轮胎压力监控天线	轮胎压力监控天线分别安装在左前、右前、左后、右后车轮翼子板上，它主要是接收来自轮胎压力传感器的无线电信号，并将此信号发送到轮胎压力监控控制单元。
	学习提示： 每根轮胎压力监控天线都会接收所有处于其作用半径内的轮胎压力传感器信号。
3. 轮胎压力监控控制单元	轮胎压力监控控制单元主要是对轮胎压力监控天线发送来的信号进行处理。然后把信息输送至组合仪表并显示相应信息。

二、轮胎胎压监控系统的工作原理

轮胎胎压监控系统由安装在每个气门嘴上的轮胎压力传感器以固定的时间向安装在翼子板上的轮胎压力监控天线和轮胎压力监控控制单元发送无线电信号，然后通过轮胎压力监控控制单元分析、计算各个轮胎压力的变化情况，将相应的信息发送至组合仪表，并在前部信息系统和显示控制单元的显示屏上显示出来。

（续）



三、轮胎胎压监控系统故障检修

1. 功能检测	如果轮胎胎压监控系统不工作，显示屏上便会出现“轮胎符号”警告灯。
	
2. 自诊断	使用 VAS5051 选择地址码 65 即可进入轮胎胎压监控系统。进入系统后可选择下列功能： 01—查询控制单元版本号。 02—查询故障存储器。 05—清除故障存储器。 06—结束输出。 07—控制单元编码。 08—读取测量数据块。 09—自适应。

（续）

	显示组号	显示区域			
		1 区	2 区	3 区	4 区
3. 数据块测试	01	左前方车轮	温度	实际压力	额定压力
		左前方车轮	蓄电池剩余工作电压	—	蓄电池电压状态
		左前方车轮 + 识别码	—	—	—
	02	右前方车轮	温度	实际压力	额定压力
		右前方车轮	蓄电池剩余工作电压	—	蓄电池电压状态
		右前方车轮 + 识别码	—	—	—
	03	左后方车轮	温度	实际压力	额定压力
		左后方车轮	蓄电池剩余工作电压	—	蓄电池电压状态
		左后方车轮 + 识别码	—	—	—
	04	右后方车轮	温度	实际压力	额定压力
		右后方车轮	蓄电池剩余工作电压	—	蓄电池电压状态
		右后方车轮 + 识别码	—	—	—
	05	备用车轮	温度	实际压力	额定压力
		备用车轮	蓄电池剩余工作电压	—	蓄电池电压状态
		备用车轮 + 识别码	—	—	—

本项目小结

- 轮胎胎压监控系统主要部件有轮胎压力传感器、轮胎压力监控天线、轮胎压力监控控制单元、组合仪表及功能选择开关等。
- 使用 VAS5051 选择地址码 65 即可进入轮胎胎压监控系统进行故障诊断分析。

项目二　新款宝马轮胎胎压监控系统



知识链接

新款宝马轮胎胎压监控系统（Reifen Pannen Anzeige，RPA）通过动态稳定控制（DSC）系统的车轮转速传感器检测车轮转速，然后将各个车轮相互比较并识别轮胎充气压力是否损失。

当 RPA 识别到低于原始值 30% 以上的轮胎压力损失时，RPA 指示灯和警告灯显示轮胎充气压力损失。

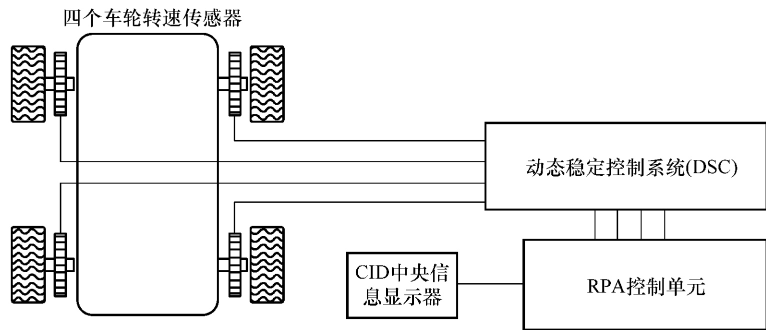
重点掌握

- 轮胎胎压监控系统的工作原理
- 轮胎胎压监控系统初始化方法

一、轮胎胎压监控系统组成与原理

轮胎胎压监控系统主要由四个车轮转速传感器、中央信息显示器（CID）、RPA 控制单元（或内置于带胎压监控系统的 DSC 控制单元中）等相关部件组成。

在行驶过程中，胎压监控系统监控四个轮胎的充气压力。如果某个轮胎中的充气压力明显低于其他轮胎，该系统便会发出信息。如果轮胎失压，车轮的滚动周长便会发生变化，从而引起车轮的转动速度也发生变化。胎压监控系统将这种变化识别出来，作为轮胎漏气通报。



主要部件功能

1. 四个车轮转速传感器	动态稳定控制（DSC）系统的车轮转速传感器测定各个车轮的转速。
2. 中央信息显示器（CID）	通过 CID 进行初始化设置。
3. RPA 控制单元	DSC 控制单元将信号通过四根直接导线传送至 RPA 控制单元。

二、轮胎胎压监控系统功能故障

1. 系统功能

（1）自检	RPA 在总线端 KL. 15 接通时进行一次自检。RPA 中的故障将通过 RPA 指示灯和警告灯及液晶显示器中的图标显示。
（2）初始化设置	手动起动初始化设置（如通过 RPA 按钮），接着（运行开始后），初始化设置以全自动学习过程的形式进行。
（3）识别轮胎充气压力损失	RPA 通过 DSC 的车轮转速传感器探测车轮转速来识别轮胎充气压力损失。它的识别原理是轮胎充气压力损失时，相关轮胎的滚动周长减小。
（4）用光和声音报警	一个轮胎内的充气压力比原始值下降约 30% 时，可通过 RPA 指示灯和警告灯显示，并且响起一个声音信号。

2. 系统初始化方法

学习提示：

修正轮胎充气压力、更换轮胎或更换车轮后要立即进行初始化设定，并且设置后需要行驶一次。

1）打开点火开关，调用“i”菜单。	

（续）

2）选择“车辆设定”，并按压 CID。	
3）选择“多功能方向盘按钮”，并按压 CID。	
4）选择“轮胎漏气显示”，并按压 CID。	
5）选择“设定轮胎压力”，并按压 CID。	
6）选择“是”，并按压 CID。然后按“MENU 按钮”，返回初始菜单。	
7）驾驶车辆行驶一段时间，系统初始化完成。	

一点通：

1. 华晨宝马 3 系轿车轮胎监控系统初始化设定

① 起动发动机，多次按压转向盘组合开关上的菜单转换开关，直至组合仪表内显示“轮胎失压显示初始化功能”的图标。

② 短促按压组合开关上的 BC 按钮，确认显示内容。

③ 按住组合开关上的 BC 按钮约 5s，直至组合仪表上的“INIT”显示亮起，此时轮胎失压显示已准备进行初始化。初始化结束后会显示“√”。

④ 设定结束后，松开 BC 按钮即可。

2. 宝马 E90 轿车轮胎压力系统初始化

① 起动发动机，但不要行驶。

② 多次按压组合开关上的翘板开关，直至组合仪表内显示“轮胎失压显示初始化”功能。

③ 短促按压组合开关上的 BC 按钮，确认显示内容。

④ 按住组合开关上的 BC 按钮约 5s，直至组合仪表内“RPA”显示亮起，此时轮胎失压显示已准备进行初始化。如果该显示不带小钩，可能因故障而无法对轮胎失压显示进行初始化。

⑤ 松开 BC 按钮，初始化结束。

本项目小结

- 轮胎胎压监控系统包括 4 个车轮转速传感器、中央信息显示器、RPA 控制单元等部件。
- 操作中央信息显示器的程序激活轮胎监控系统初始化设定。

第 25 堂课　综合信息显示系统



学习目标

1. 通过学习信息显示系统组成与原理，掌握丰田信息显示系统数据诊断知识。
2. 通过学习车载平视显示器（HUD）系统组成与工作原理，掌握 HUD 的诊断知识。

项目一　信息显示系统



知识链接

信息显示系统以液晶屏（LCD）作为显示终端，大量复杂的信息能够以图形方式，灵活、准确地显示在 LCD 屏幕上。它能够接收来自 CAN 总线和传感器的信号。信息显示系统主要包括以下功能。

1. 汽车车况监测功能

监测制动系统故障、发动机系统故障、车灯故障、电源系统故障以及各种液位故障等。

2. 车载计算机功能

车载计算机能使驾驶人获得有关驾驶信息，如平均油耗、瞬时油耗、平均车速、可行驶里程和行驶时间等信息。此外，信息在不需要时不显示，需要时可通过按钮调出。

3. 数字显示功能

数字显示功能为驾驶人提供汽车行驶时的最基本操作信息，它通过数字来显示，如发动机转速、行驶里程及发动机冷却液温度等。

学习提示：
信息显示系统主要包括汽车车况监测系统、车载计算机及电子仪表三大部分。

重点掌握

- 汽车车况监测系统和车载计算机的特点
- 故障自诊断和数据分析方法

一、信息显示系统组成

1. 汽车车况监测系统	（1）传感器	**学习提示：** 传感器主要用于监测汽车状态的极限值。 1）液位传感器监视燃油箱液位、制动液位、冷却液位、清洗液位等。 2）压力传感器监视发动机机油压力、制动系统压力、轮胎压力等。 3）温度传感器监视发动机冷却液温度、发动机机油温度等。 4）车灯传感器监视各种车灯工作情况等。

（续）

1. 汽车车况监测系统	（2）电子控制单元	**学习提示：** 电子控制单元主要用于读取传感器信号，通过软件判别有无被监测的参数超出极限值。 电子控制单元主要由单片机、I / O、ROM、A / D 转换器、优先级别排序及判别电路、显示驱动电路及电源稳压电路等组成。
	（3）显示器	车况监测系统的显示结构和形式较多，发光器件主要有灯泡、发光二极管、液晶显示器等。显示形式有轮廓图照明显示、点矩阵显示等。
2. 车载计算机	（1）传感器	传感器主要有车速传感器、油箱存油量传感器、燃油消耗传感器、温度传感器等。
	（2）电子控制单元	电子控制单元主要由微处理器、A/D 转换器、时基电路、显示驱动电路等组成。 控制单元能接收和储存由传感器提供的全部信息，并对各种功能进行计算。按下控制按钮，控制单元即可接收信息并在显示器上显示。
	（3）显示器	用于显示各种信息值，通常采用数码显示。
3. 电子仪表	电子仪表主要包括燃油表、发动机转速表、车速表等。	

二、信息显示系统的原理

1. 车况监测系统原理	打开点火开关时，电子控制单元将读取传感器信号，并控制显示器按顺序将全部功能显示一遍，供驾驶人了解所监视的功能。如果经检查后所有功能都正常，则显示 OK（或指示灯显示正常），经过很短一段时间后即可消失。若检查中发现某一被监测功能有故障，显示器上将显示出相应功能报警符号。若同时存在多种故障，显示器将交替显示，同时还伴有多次重复的报警信号。
2. 车载计算机控制原理	微处理器接收分布在车辆各部位的传感器送来的车辆状况信号，并把这些输入信号和存储器中的指令程序相对照，根据对照结果向仪表板输出信号命令。也可能指示语音合成器发出信号，警告驾驶人相应的系统出现了故障。
	输入信号：制动状况、各种油液液位、发动机冷却液温度、前照灯状况、环境温度 → 微处理器 → 输出信号 → 图像显示装置

三、信息显示系统的检修



知识链接

1. 用快速检测器进行检测

快速检测器能模拟各种传感器信号，用它能够迅速测出故障的部位。如在使用测试器向仪表板输入信号时，仪表板能够正常显示，说明传感器或其电路有故障。若显示器仍不能显示，再将测试器直接接在仪表板的有关输入插座上，此时若显示器能正常显示，说明线束和插接器有故障，否则表明仪表板有故障。

2. 用电脑快速测试器进行检测

电脑快速测试器能够模拟燃油的流量和车速传感器的信号，同样把测试器所发出的信号从不同部位输入，即可检验传感器、线束和显示装置工作是否正常。

3. 用液晶显示仪表测试器进行检测

用液晶显示仪表测试器进行测试时，应将该仪器直接连在仪表板上，它能为仪表板和信息中心提供参照输入信号，这就可检测出信息中心的工作状态。这种测试的目的是，对仪表板有无故障做进一步的验证。

1. 自诊断

<table>
<tr><td rowspan="4">（1）故障码读取</td><td>1）将智能测试仪连接到 DLC3 上。</td></tr>
<tr><td>2）将点火开关转到 ON（IG），并将智能测试仪开关转到 ON。</td></tr>
<tr><td>3）进入下列菜单：Diagnosis（诊断）/OBD/MOBD/Combination Meter（组合仪表）/ DTC Info（DTC 信息）/Current Codes（当前代码）。</td></tr>
<tr><td>4）读取 DTC。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">（2）清除故障码</td><td>1）将智能测试仪连接到 DLC3 上。</td></tr>
<tr><td>2）将点火开关转到 ON（IG），并将智能测试仪开关转到 ON。</td></tr>
<tr><td>3）进入下列菜单：Diagnosis（诊断）/OBD/MOBD/Combination Meter（组合仪表）/DTC Info（DTC 信息）/Current Codes（当前代码）。</td></tr>
<tr><td>4）按下测试仪上的“YES ”按钮以删除 DTC。</td></tr>
</table>

2. 数据诊断

<table>
<tr><td rowspan="8">（1）数据流分析</td><td colspan="3">1）使发动机暖机。
2）将点火开关转到 OFF。
3）将智能测试仪连接到 DLC3 上。
4）将点火开关转到 ON 位置。
5）打开测试仪。
6）进入下列菜单：Diagnosis（诊断）/ OBD/MOBD/Combination Meter（组合仪表）/ Data List（数据表）。</td></tr>
<tr><td>智能测试仪显示</td><td>测量项目</td><td>正常状态</td></tr>
<tr><td>Vehicle Speed Meter（车速表）</td><td>0～255km/h</td><td>与实际车速相同</td></tr>
<tr><td>Engine r / min（发动机 r / min）</td><td>0～12750r / min</td><td>与实际发动机转速相同（发动机运行时）</td></tr>
<tr><td>Coolant Temperature（冷却液温度）</td><td>0～127.5 ℃</td><td>暖机后：78 ～105℃</td></tr>
<tr><td>Washer Switch（喷洗器开关）</td><td>清洗液液位警告开关为 ON/OFF</td><td>ON：清洗液液位高于低液位
OFF：清洗液液位低于低液位</td></tr>
<tr><td>Fuel Input（燃油输入）</td><td>信号：0～127.5</td><td>燃油表指示与实际燃油量相同</td></tr>
<tr><td>Ambient Temperature（环境温度）</td><td>－40 ～87.5 ℃</td><td>与实际外部温度相同</td></tr>
</table>

（续）

（2）主动测试	1）将智能测试仪连接到 DLC3 上。 2）将点火开关转到 ON 位置。 3）打开测试仪。 4）进入下列菜单：Diagnosis（诊断）/OBD/MOBD/Combination Meter（组合仪表）/Active Test（主动测试）。 5）根据智能测试仪上的显示，执行“Active Test”（主动测试）。		
	智能测试仪显示	测试部件	控制范围
	Speed Meter Operation（车速表操作）	车速表	0、40、80、120、160、200km/h
	Tacho Meter Operation（转速表操作）	转速表	0、1000、2000、3000、4000、5000、6000、7000r / min
	Fuel Meter Operation（燃油表操作）	燃油传感器	空、1/2、满
	Water Temperature Meter Operation（冷却液温度表操作）	发动机冷却液温度传感器	LOW（低）/ NORMAL（正常）/ HIGH（高）
	A/T Indicator Operation 1（A/T 指示灯操作 1）	A/T 换档指示灯	A/T 换档指示灯 L、2、3、4、S、D、N、R、P 为 OFF/ON
	A/T Indicator Operation 2（A/T 指示灯操作 2）	A/T 档位范围指示灯	A/T 档位范围指示灯为 OFF/ON
	Meter Display 2（仪表显示屏 2）	A/T 换档指示灯显示屏	A/T 换档指示灯显示屏中的所有圆点为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Doors All Open（指示灯 – 车门都打开）	门未紧闭指示器	门未紧闭指示器为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Airbag（指示灯 – 气囊）	气囊指示灯	气囊指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp ABS（指示灯 – ABS）	ABS 指示灯	ABS 指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Charge（指示灯 – 充电）	充电指示灯	充电指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Slip（指示灯 – 侧滑）	侧滑指示灯	侧滑指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Beam（指示灯 – 远近光）	远光灯指示灯	远光灯指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Tail（指示灯 – 尾灯）	尾灯指示灯	尾灯指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Fr FOG（指示灯 – 前雾灯）	前雾灯指示灯	前雾灯指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Rr FOG（指示灯 – 后雾灯）	后雾灯指示灯	后雾灯指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Fuel（指示灯 – 燃油）	燃油指示灯	燃油指示灯为 OFF/ON
	Indicat. Lamp Brake（指示灯 – 制动器）	制动指示灯	制动指示灯为 OFF/ON



知识链接

1. 传感器的检测

首先将传感器的电路断开或拆下传感器，用仪器进行逐个检查。由于传感器一般是不可维修的元件，若有故障必须更换新件。对各种传感器通常是采用测量其电阻值与其规定的标准值相比较的方法，若所测的值小于规定的数值，表明传感器内部短路；否则传感器内部断路或接触不良。

2. 插接器的检查

检查时可用眼看或手摸的方法进行，插接器装置要齐全、完好，插头、插座应接触可靠、无锈蚀。仪表电路工作中用手触摸插接器，应没有明显的温度感觉，若温度过高，说明该插接器接触不良，应查明原因予以排除。

3. 个别仪表故障诊断

若电子仪表板上个别仪表发生故障，应检查与此仪表相关的各个部分。首先应检查各导线的连接情况，包括各插接器的接触状况，线路是否破损、接地、短路或断路等；然后再用检测设备分别对该仪表及传感器进行检测，查明故障原因，予以修复，必要时更换新的元件。

4. 显示器故障检修

一旦电子仪表板上的显示器部分笔画、线路出现故障，应将仪表板上显示器件调整到静态显示状态，使用检测设备对与此相关的电路或装置进行认真检查。

一点通：

1）当整个组合仪表不工作时，应排除线束或插接器断路故障及组合仪表总成故障。

2）当车速表故障时，应用测试仪进行主动测试，判断车速表工作情况，必要时更换组合仪表。

3）当转速表故障时，应排除 CAN 通信系统故障、发动机转速信号故障或组合仪表故障。

4）当燃油传感器故障时，应排除 CAN 通信系统故障、线束和插接器故障或组合仪表故障。

5）当仪表照明始终为暗时，应排除自动灯光控制传感器、主体 ECU、CAN 通信系统、线束插接器或组合仪表总成故障。

6）当仪表照明在晚上不变光时，应排除灯光控制变阻器是否处于尾灯取消位置，或者自动灯光控制传感器、主体 ECU、CAN 通信系统、线束、插接器或组合仪表总成故障。

本项目小结

- 信息显示系统诊断包括汽车车况监测功能、车载计算机功能及数字显示功能。
- 使用故障诊断仪即可进入信息显示系统进行数据流分析和主动测试来判断故障。

项目二　车载平视显示器系统



知识链接

HUD是英文Head Up Display的缩写，意为"抬头显示"，也称为"平视显示器"。它可以将有关信息显示在前风窗玻璃的驾驶人平视范围上，且显示位置、显示亮度可调，可以避免驾驶人低头看仪表，从而缩短眼球对前方的视觉盲区时间。

与传统的仪表显示相比，HUD能使驾驶人平视范围更加广阔，提高了汽车的安全性与舒适性。

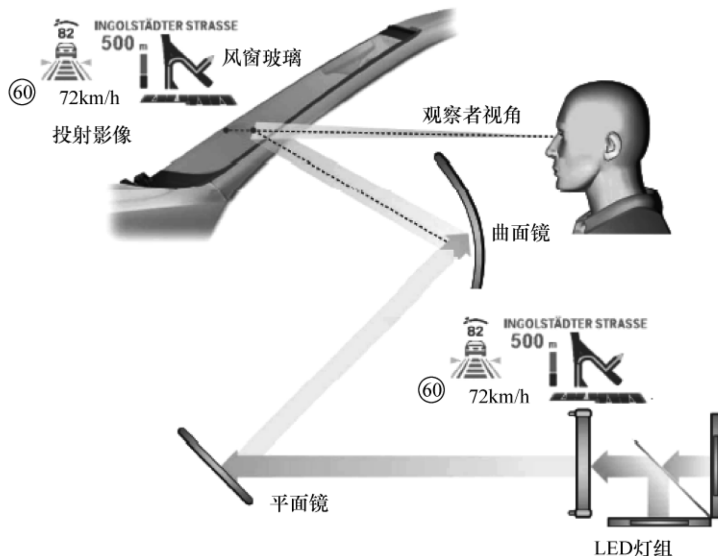
重点掌握

- HUD组成与工作原理
- HUD的诊断分析方法

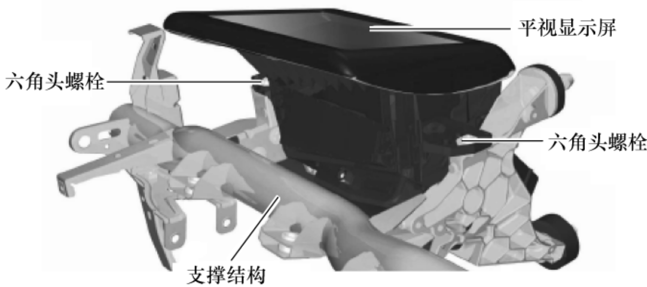
一、HUD组成与工作原理

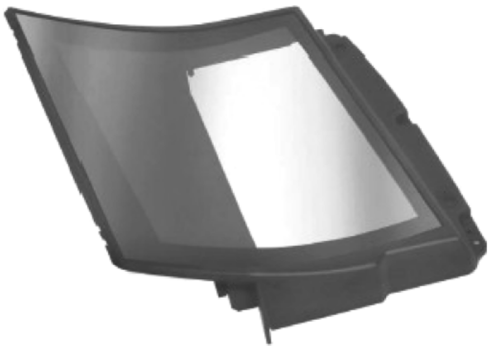
HUD由电子组件、显示组件、控制器以及高压电源等组成。HUD主要是将车辆速度、导航提醒等信息，通过光学部件投射到风窗玻璃上，然后通过风窗玻璃再将信息反射给驾驶人。由于驾驶人看到的是HUD显示屏的虚像，所以会看到HUD所显示的内容仿佛是浮在前方发动机盖上面。





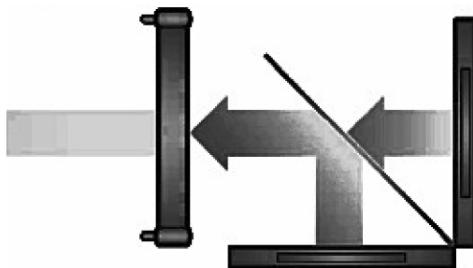
（续）

<table>
<tr><td colspan="2">主要部件</td></tr>
<tr><td>1. 平视显示屏</td><td>

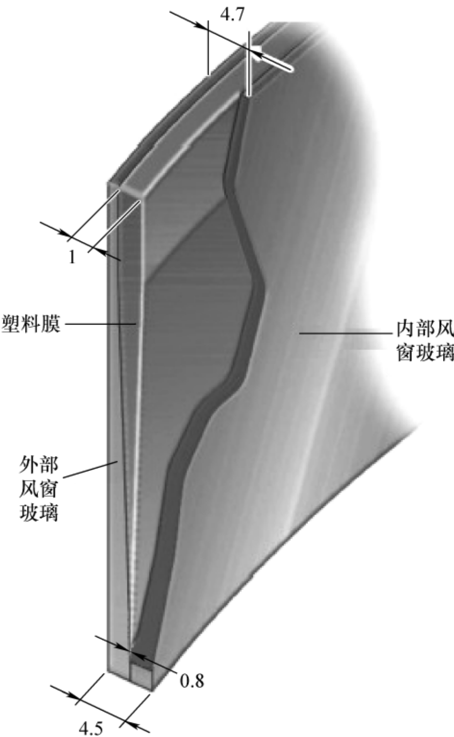
学习提示：
平视显示屏安装在转向柱上方，紧靠在组合仪表后部，通过三个六角头螺栓将其固定在前围板支撑结构上。</td></tr>
<tr><td>2. 玻璃盖板</td><td>学习提示：
玻璃盖板由防划伤的涂层聚碳酸酯（PC）材料制成，它是 HUD 的上部盖板。玻璃盖板可防止灰尘和无意放到显示屏上的物体进入 HUD 内部。玻璃盖板和 HUD 挡板都采用曲面设计，以免无法将射入的光线反射给驾驶人。此外，玻璃盖板还通过散光效果等方式确保顺利将显示屏上的信息投射到风窗玻璃上。
</td></tr>
<tr><td>3. 反射镜</td><td>学习提示：
平视显示屏内装有两个反射镜。反射镜将显示屏上的信息反射到风窗玻璃上。曲面镜负责对风窗玻璃上的图像进行补偿调节，即调节图像尺寸和距离。平面镜是确保光线在特定空间内传输的偏光镜。曲面镜由塑料制成，平面镜由玻璃制成。

</td></tr>
</table>

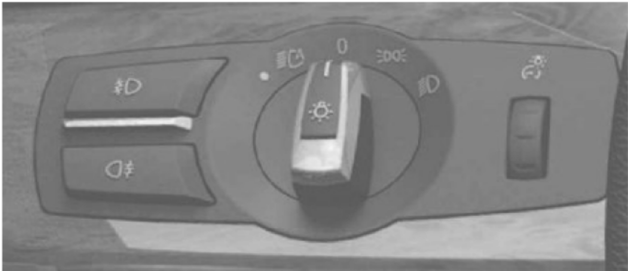
（续）

主要部件	
4. LED 灯组	**学习提示：** 使用两个 LED 灯组。LED 灯组在一个平面内布置了八个 LED。LED 灯组为 TFT 投影显示屏提供背景照明。LED 灯组负责产生达到 HUD 亮度所需的灯光。LED 灯组内安装有红色/绿色 LED，它根据主印制电路板的控制情况达到所需 HUD 亮度。 
5. 主印制电路板	**学习提示：** HUD 的主印制电路板包括以下组件：K－CAN 接口、MOST 接口、处理器（CPU）、图形控制器、EEPROM 存储器和供电装置。图像信息通过 K－CAN 和 MOST 传输到主印制电路板上，用于产生图像的电子装置对接收到的图像信息进行分析，随后将经过处理的图像信息发到显示屏上。 
6. 壳体	 **学习提示：** 壳体由铝合金制成，包括下端部件和塑料盖板。散热装置（铝合金散热片）和供电装置固定在下端部件上。玻璃盖板集成在盖板内。

（续）

<table>
<tr><th>主要部件</th><th></th></tr>
<tr><td rowspan="2">7. 风窗玻璃</td><td>HUD 所匹配的风窗玻璃是一种特殊玻璃，它是反射显示内容的重要部件。楔形尖端向下，从距离前风窗玻璃下边缘大约 10cm 处开始向上加厚，楔形末端大约位于前风窗玻璃高度 2/3 处，其上部 1/3 区域的塑料膜平行分布。楔形尖端厚度为 0. 8mm，楔形末端厚度约为 1mm。前风窗玻璃下边缘的总厚度约为 4. 5mm，上边缘总厚度约为 4. 7mm。</td></tr>
<tr><td>
</td></tr>
</table>

二、HUD 的诊断

<table>
<tr><td rowspan="3">1. 操作元件</td><td>驾驶人可通过车灯开关中心内的“打开 / 关闭”按钮、车灯开关中心内的调光轮以及控制器控制 HUD。</td></tr>
<tr><td>1）“打开/关闭”按钮位于车灯开关中心内，该按钮以电阻方式设码，直接连接至 HUD。HUD 可根据电阻设码识别出按钮信号或按钮故障。
</td></tr>
<tr><td>2）车灯开关中心内的调光轮。启用行车灯的同时也会针对 HUD 执行调光器设置，此时由车灯模块发出调光器信号。通过控制器可在中央信息显示屏内调节 HUD 的亮度和高度。也可以通过控制器在“功能选择”菜单内设置导航等功能。这些设置会间接影响到 HUD 的显示情况。</td></tr>
</table>

（续）

2. 调节亮度	中央信息显示屏是亮度调节的显示仪表，控制器是亮度调节的操作元件，可单独调节 HUD 的亮度。亮度调节方法如下： 1）通过按压菜单按钮调出主菜单。 2）按压控制器，调出“设置”菜单选项。 3）转动控制器，直至出现“Head - Up - Display”菜单栏，随后按压控制器进行确认，上部菜单栏启用。 4）转动控制器，直至上部菜单栏内出现“Helligkeit（平视显示屏亮度）”，随即进行确认。 5）转动控制器设置所需亮度并按压控制器进行确认。
3. 高度调节	根据需要使用 iDrive 控制器调节图像位置和有效视线范围。有效视线范围最多可上下偏移 ±30mm，只能在 HUD 已启用的情况下进行高度调节。 1）通过按压菜单按钮调出主菜单。 2）按压控制器，调出“设置”菜单选项。 3）转动控制器，直至出现“Head - Up - Display”菜单栏，随后按压控制器进行确认，上部菜单栏启用。 4）转动控制器，直至上部菜单栏内出现“Hoheneinstellung（位置）”，随即进行确认。 5）转动控制器设置所需高度并按压控制器进行确认。 **学习提示：** 高度调节功能是一项个性化配置功能。在 EEFROM 内针对每把钥匙存储相应的设置内容。如果在总线端 KL.30接通期间接收到遥控钥匙状态信息，反射镜就会移动到当前所用钥匙的设置位置处，并一直保持在该位置不变，直至 HUD 接通。如果通过按压“打开/关闭”按钮关闭 HUD，反射镜就会移动到底部限位位置处，以保护显示屏。
4. 垂直旋转	HUD 出厂时使用规定的基本设置。维修人员可在进行更换前风窗玻璃等工作时通过垂直旋转功能使 HUD 图像水平转动，可通过宝马专用诊断仪使电动机以 0.25 为一档（-30 ~ +30）对显示屏进行分档调节
5. 测试功能	某些测试功能可按照以下方式直接通过 HUD 调出，无须使用宝马专用诊断仪：按住车灯开关中心内的按钮大约 15s，直至显示出第一个测试功能；通过再次按压按钮调出其他测试功能；需要结束这项功能时按住车灯开关中心内的按钮 5s 以上。 1）识别。显示出识别数据，如宝马零件编号或硬件版本号。可在 HUD 处于“锁止状态”时调出识别功能和系统测试功能。所有其他功能只能在 HUD“开锁”的前提下进行。 2）系统测试。HUD 测试图像出现后随即消失。 3）高度调节。 4）旋转。通过按压按钮在菜单选项中选择“向右旋转”或“向左旋转”。 5）调光器。 6）设备。

（续）

5. 测试功能	7）个性化配置功能。 8）传感器。 9）动态稳定控制。 10）故障码（DTC）。 11）输入 / 输出（I/O）。 12）测试位图。 13）模拟 / 数字转换（A/D）。 14）脉宽调制（PWM）。 15）锁住。通过输入底盘编号的数字之和开锁。 16）复位。 17）退出。

本项目小结

- HUD 由平视显示屏、电子组件、控制器等组成。
- 操作控制器进入 HUD 的诊断即可进行亮度调节、高度调节、垂直旋转和测试功能的诊断。

第 26 堂课　电能管理系统



学习目标

1. 通过学习奥迪 A6 电能管理系统组成与原理，掌握电能管理系统诊断知识。
2. 通过学习宝马 E65 电能管理系统组成与原理，掌握电能管理系统诊断知识。

项目一　奥迪 A6 电能管理系统



知识链接

电能管理系统也称为能量管理控制系统（Battery Management System，BMS），它就是电量计算器，能够通过放电和充电的多少判断蓄电池还剩余多少电量。它主要的功能是为了能够提高蓄电池的利用率，防止电池出现过充电和过放电，以延长电池的使用寿命。功能如下：

1. 准确估测蓄电池的荷电状态

准确估测蓄电池的荷电状态（State of Charge，SOC），即电池剩余电量，保证 SOC 维持在合理的范围内，防止由于过充电或过放电对电池的损伤，从而随时预报汽车储能电池还剩余多少能量或者储能电池的荷电状态。

2. 动态监测蓄电池的工作状态

在电池充放电过程中，实时采集汽车蓄电池组中每块电池的端电压和温度、充放电电流及电池包总电压，防止电池发生过充电或过放电现象。

3. 单体蓄电池间的均衡

单体蓄电池间的均衡即为单体蓄电池均衡充电，使蓄电池组中各个蓄电池都达到均衡一致的状态。均衡技术是目前开发的一项蓄电池能量管理系统的关键技术。

重点掌握

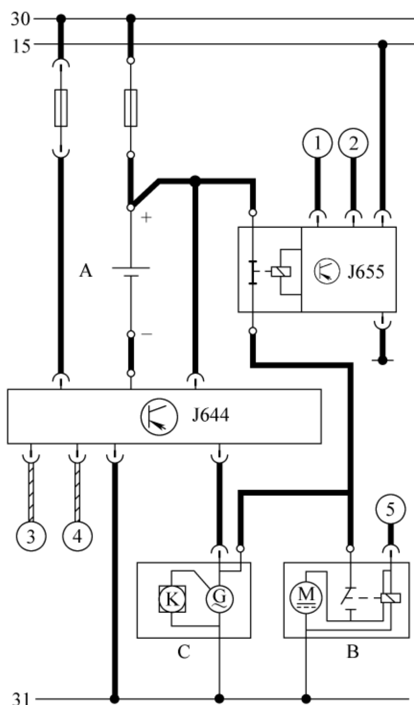
- 电能管理系统电路原理
- 电能管理系统诊断方法

一、系统组成与原理

电能管理系统利用汽车原有的发动机控制单元（J623）、车身控制单元和仪表控制单元等，再通过车载局域网络电能管理控制单元（J644）形成一个电源闭环控制系统，从而实现智能供电和节能功能。

电能管理控制单元（J644）包括蓄电池管理控制单元、静电流管理控制单元，动态管理控制单元。

（续）



学习提示：

1）当“15”线接通时，发电机处于工作状态。如果蓄电池的电压低于 12.7V，J644 将提升发动机的怠速。如果蓄电池的电压低于 12.2V，则关闭座椅加热、后窗加热、后视镜加热、转向盘加热以及门内把手照明等功能，同时关闭空调或降低全自动空调功能，关闭信息娱乐系统。

2）当“15”线接通时，发电机处于停止状态。如果蓄电池的电压低于 12.2V，则关闭空调或降低空调能耗，关闭门内把手照明，关闭上/下车灯和离家功能，关闭信息娱乐系统。

3）当“15”线接断开，发电机处于停止状态。如果蓄电池的电压低于 11.8V，则关闭车内灯和门内把手照明，关闭上/下车灯和离家功能，关闭信息娱乐系统。

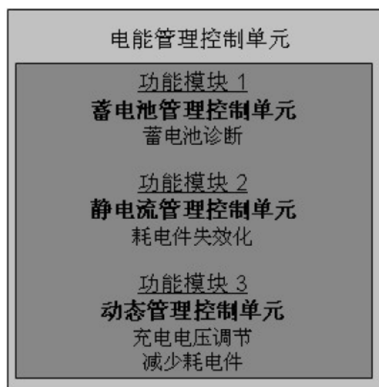
1—安全气囊控制单元　2—安全气囊控制单元　3—舒适 CAN 总线 – 高　4—舒适 CAN 总线 – 低　5—接线柱“50”
J644—电能管理控制单元　J655—蓄电池关断继电器（安全气囊）　A—蓄电池　B—起动机　C—发电机

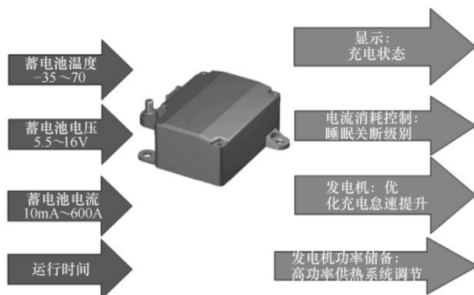
1. 主要部件

（1）电能管理控制单元

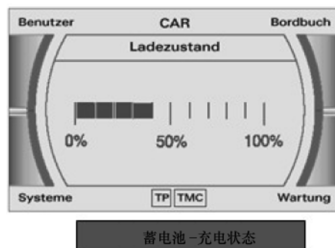
学习提示：

电能管理控制单元根据“15”线通断和发动机是否运转等条件激活。当点火开关打开、“15”线导通时电能管理控制单元计算出蓄电池温度、电压、电流和运行时间等信息。

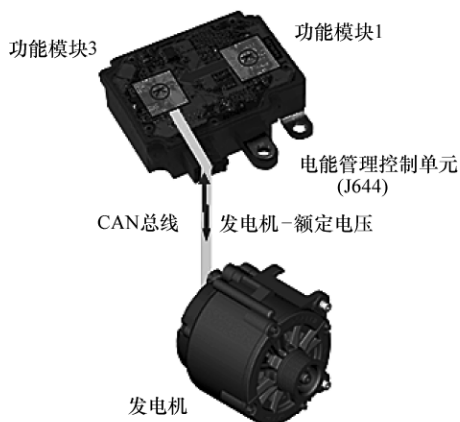
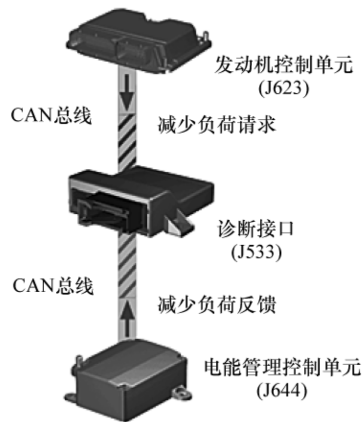




（续）

（2）仪表显示	
 组合仪表里报警提示	 蓄电池-充电状态

2. 电能管理系统工作过程

（1）蓄电池电压管理	（2）减少负荷
J644 通过 CAN 总线把所需的发电机目标值传送给发电机。J644（功能模块 1）从蓄电池温度、蓄电池充电情况确定额定电压。J644 将已经确定出的额定电压传给 J644（功能模块 3），然后再将该值传给发动机。	J644 可以根据 J623 的要求来减少其他负荷。在加速时，如果接到发动机减少负荷的请求，那么 J644 第一步减少大功率用电器的数目，即通过舒适 CAN 总线把信号传递给空调控制单元，然后调节各种加热系统，如座椅加热，后风窗加热单元等。第二步将降低发电机电压以减少发电机的消耗功率。
	

（续）

（3）高输出加热系统控制	（4）增加怠速转速
J644 通过空调控制单元来对前风窗加热、座椅加热、后风窗加热等加热系统进行无级调节。 电能管理控制单元 (J644) 加热功率 空调 前风窗加热(通过LIN总线) 座椅加热 后风窗加热	为保证向网络提供足够的电能及保证蓄电池的充电水平，J644 可以要求 J623 分步提升怠速转速（7% 和 12% 两个等级）。 发动机控制单元 (J623) CAN总线 减少负荷请求 诊断接口 (J533) CAN总线 减少负荷反馈 CAN总线 电能管理控制单元 (J644) 发电机

（5）起动发电机　在发动机起动过程中，J644 控制发电机所消耗的功率减至最小，以便优化发动机起动性能。

二、系统诊断

1. 一般诊断

（1）故障特点	当电能管理系统失效时，一般具有以下特征： 1）组合仪表中只有充电指示灯点亮。 2）发动机偶尔起动困难。 3）蓄电池静态放电的电流不大。 4）发动机的动力正常。 5）读不出故障码。 **一点通：** 打开发动机盖倾听，或者在安静、密闭的情况下，技术人员坐在驾驶室内，锁上车门，然后仔细倾听有无类似继电器吸合的"嗒嗒" 声，或者电控单元工作的声音。如果有，说明电能管理系统存在故障。	
（2）故障诊断方法	1）诊断仪检测	读取汽车运行时的数据流，查看发电机励磁电流的占空比，应当在 50% ~90% 之间。如果小于 50% 或者大于 90%，都不正常。
	2）数字万用表检测	检测蓄电池电流传感器的输出电压。当蓄电池不充电和不放电时，电流传感器产生的基准电压为 2. 5V。如果检测到电流传感器的输出电压在 2. 6 ~2. 8V 之间波动，说明蓄电池的充电电流过小，电能管理系统存在故障。

（续）

（2）故障诊断方法	2）数字万用表检测	**知识链接：** 电流传感器产生的电压与蓄电池充放电电流关系如下： U/V 5.0 2.5 0.5 0 −100 0 100 I/A

2. VAS5052诊断

使用VAS5052诊断仪，首先选择“引导型功能查询”→“车辆系统或功能选择”→“61—蓄电池控制”，然后进入J644菜单界面。

61—蓄电池控制
A—蓄电池，电量检查
A—蓄电池，检查
J644—能量管理，一般描述
J644—能量管理控制单元，设码（维修分组号27）
J644—读取历史数据（维修分组号27）
J644—能量管理，读取测量值块（维修分组号27）
J644—能量管理，查询故障代码存储器
J644—发电机电压控制元件测试（维修分组号27）
J644—更新控制单元（维修分组号27）
J644—能量管理器，启用/停用运输模式
J644—能源管理控制单元测得的空载电流

（1）蓄电池电量检查（监控蓄电池SOC充电状态）

充电状态 蓄电池的充电状态存储在J644—能量管理控制单元的测量值块6中。 正在建立诊断链接！ —请稍等— 请等待几秒钟	充电状态 蓄电池的充电为70%， 注意： 注意本充电状态不对应MMI汽车菜单上指示的蓄电池充电状态。

（2）发电机电压控制元件测试

使用元件测试可以将发电机给定电压调整为两种：发电机给定电压15.0V和发电机给定电压13.5V。

（续）

选择 该测试用于能量管理控制单元—J644 上的控制元件测试。您可以执行下面的控制元件测试。 1. 规定的发电机电压 15V（在出现低电压问题时的推荐值） 2. 规定的发电机电压 13.5V（在出现高电压问题时的推荐值） 3. 程序结束	选择 执行元件测试表明，发电机和发电机至 J644—能量管理控制单元之间的接口正常。 测试结束
（3）读取历史数据	
使用 VAS5052 诊断仪从 J644 中读出数据，分析供电状态和蓄电池是否存在故障。 选择 打算察看那个历史数据？ 1. 空载电压历史 2. 空载电流历史 3. 临界能量均衡 4. 切断级历史 5. 蓄电池更新历史 6. 其他数据 7. 程序结束	

（4）读取测量数据流

通道号	1 区	2 区	3 区	4 区
1	规定的发电机电压	蓄电池电压	DF 信号（发电机信号）	负荷响应时间（0～9s）
	用 V 为单位	用 V 为单位	用% 表示	用 s 为单位
2	温度测量（总线）	蓄电池温度估计	应急切断	静电流断电等级
	用℃为单位	用℃为单位	0 表示用电设备切断未激活 1 表示用电设备切断激活	0 = 没有无负载电流切断级激活 1 =1 级，2 =2 级……
3	蓄电池电量状态（SOC）	蓄电池内部电阻	蓄电池的老化	—
	用% 表示	用 mΩ 为单位	用 A·h 为单位	—
4	流入或流出蓄电池的电流	静电流平均值	总体能量平衡	电能总流量
	用 A 为单位	用 A 为单位	用 A·h 为单位	用 A·h 为单位
5	上次停车时间平均无负载的电流	上次停车时间的平均总电流	上次停车持续时间	上次行驶持续时间
	用 A 为单位	用 A 为单位	用 h 为单位	用 h 为单位

（续）

通道号	1区	2区	3区	4区
6	无负载电流增加状态下停车持续时间	上一行程的能量平衡	蓄电池的SOC（充电状态）	—
	用h为单位	用A·h为单位	用%表示	—
7	规定的发电机电压	DF信号（发电机信号）	发电机与J644的CAN通信	发电机
	用V为单位	用%表示	正常/不正常	正常/不正常

一点通：

当蓄电池出现报警信息时，应使用专用诊断仪VAS5052读取车辆相关控制单元内的故障码、使用万用表测量蓄电池静态电压及起动后测量充电电压来确认故障。

本项目小结

- 电能管理系统包括能量管理控制单元、蓄电池关断继电器、蓄电池、起动机、交流发电机、安全气囊控制单元等。
- 使用故障诊断仪和数字万用表检测即可诊断电能管理系统故障。

项目二　宝马E65电能管理系统



知识链接

宝马电能管理系统的作用是确保车辆内部发动机、发电机、蓄电池和能量消耗设备（用电设备）之间的能量平衡，保证蓄电池处于良好的技术状态，保证用电设备正常工作，保证发动机始终处于良好的工作状态。

1. 蓄电池诊断

蓄电池诊断持续地测定汽车蓄电池的状态。传感器监测蓄电池的电压、电流和温度，由此来测定蓄电池当前的充电状态和功率。

一点通：

蓄电池管理器主要负责蓄电池诊断，其通过CAN总线连接网关以及仪表显示，作用是防止蓄电池过度放电，从而保证车辆能随时顺利起动。

检测蓄电池电流传感器的输出电压。当蓄电池不充电和不放电时，电流传感器产生的基准电压为2.5V。如果检测到电流传感器的输出电压在2.6～2.8V之间波动，说明蓄电池的充电电流过小，电能管理系统失常。

2. 休眠电流管理

休眠电流管理在汽车停放期间降低电流的消耗。在点火开关已关闭的情况下，它控制对各种不同电器的电流供给。此时要参考蓄电池诊断给出的数据。

根据蓄电池的充电状态，会逐渐关闭某个电器，以免蓄电池大量放电，由此保持汽车的

起动性能。

3. 动态电源管理系统

在汽车行驶期间，动态电源管理将发电机产生的电流按需分配给不同的用电器。当发电机产生的电流超过用电器的需要时，它便会进行调节处理，向蓄电池供电，使其达到最佳充电状态。

一点通：

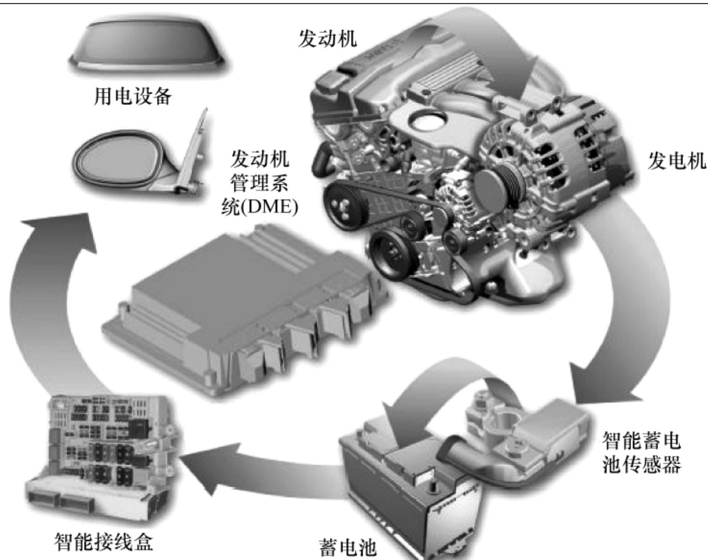
读取汽车运行时的数据流，查看发电机励磁电流的占空比，应当在50%～90%之间，如果小于50%或者大于90%，电能管理系统都不正常。

重点掌握

- 电能管理系统组成
- 电能管理系统诊断方法

一、系统组成与原理

电能管理系统主要由发动机、发电机、安装于蓄电池负极的智能型蓄电池传感器（有的车型没有）、蓄电池、智能接线盒（电源模块或微电源模块）、用电设备和发动机管理系统组成。



主要部件

1. 智能型蓄电池传感器的安装位置	

（续）

主要部件	
2. 电源模块	蓄电池开关 蓄电池正极导线 总线端30U 电源模块 总线端30B

电能管理系统工作参数	
（1）中央蓄电池电压规定	蓄电池电压的波动范围是 14.0～15.5V。最大充电电压为 16V。
（2）蓄电池最佳充电	正常情况下运行时，发电机可以自行控制其输出电压在 14.5V 左右。汽车电源模块还可以根据蓄电池充电情况、蓄电池温度、蓄电池充电状态和车灯工作状态等设定最佳充电电压。
（3）识别蓄电池的充电状态	电源模块通过内部的电流传感器，计算行驶期间的蓄电池充电电流以及测量放电电流，可随时获得蓄电池充电状态信息。车辆处于静止状态时，系统通过测量蓄电池休眠电压重新计算并接受相应的充电状态。
（4）关闭用电器	为了防止用电器持续启用导致蓄电池放电，总线端 R（给娱乐系统和部分车内灯供电）关闭 16min 后将执行中央用电器关闭功能。这些用电器包括车内照明装置、车身区域的用电器、车顶区域的用电器。
（5）电压过低时关闭用电器	因负荷较高而造成电压过低时，如果电压低于 10.5V（5s），电源模块就会发送一个信息，要求提高怠速转速和关闭上述用电器。
（6）休眠电流监控	休眠电流不得超过 80mA。如果休眠电流超过 80mA，电源模块就会在 5min 后发出“Shut Down Counter”（关闭计数器）信息。再过 90s 后，就会断开车辆电气系统 5s。

二、系统诊断

1. 检测多路数据传输系统的电压	多路数据传输系统进入休眠模式以后，应该无电压；转入“唤醒”模式以后，应该为标准电压，否则说明电能管理系统存在故障。 **一点通：** 采用 CAN 总线传输数据，总线插接器里有三根导线，其中两根为动力总线 PT－CAN（CAN－H 和 CAN－L），另一根为唤醒总线。唤醒总线的对地电压应当是蓄电池电压，CAN－H 和 CAN－L 的对地电压分别为 2.6V 和 2.4V。如果 PT－CAN（动力总线）与唤醒总线短路，将使总线上的各模块之间无法正常传输数据，并出现多个故障及指示灯点亮现象。
2. 检测蓄电池的休眠电流	蓄电池的休眠电流不得超过 80mA，如果电流过大，说明电能管理系统的休眠模式已经发生故障。 **学习提示：** 可以连接故障诊断仪 GT1，进入“Measuring System”（测量系统）测量元件数值，就能够检测到蓄电池电压以及休眠模式下的电流等。

（续）

3. 数据流检测	读取汽车运行时的数据流，查看发电机励磁电流的占空比，应当在 50% ~90% 之间。如果小于 50% 或者大于 90%，都不正常。
4. 实行延时检测	当所有用电器停用 3min 后进入一次休眠，此时起动开关处的红灯熄灭；在所有用电设备停用 16min 后进入休眠。如果此时起动开关处的红灯仍然点亮，说明还有用电器在耗电，电能管理系统存在故障。

一点通：

1）当车辆蓄电池自行放电或车辆休眠时缓慢持续地放电，如果很长时间没有通过车载网络或蓄电池充电器为蓄电池充电，将会导致车辆蓄电池前期损坏。需要定期为蓄电池充电。

2）蓄电池充电前，应首先查询 DME/DDE 内的故障码存储器记录，以便找到当前用电器。

3）当无法通过跨接起动接线柱为蓄电池充电时，必须取下安全型蓄电池接线柱和智能型蓄电池传感器。

本项目小结

- 电能管理系统主要由发动机、发电机、智能型蓄电池传感器、蓄电池、智能接线盒、用电设备和发动机管理系统组成。
- 使用故障诊断仪和数字万用表检测即可诊断电能管理系统故障。

第七部分　汽车数字诊断

第 27 堂课　汽车数字诊断方法与运用



学习目标

1. 通过学习本田故障码分析与运用，掌握故障码分析对排除电控汽车故障的重要性。

2. 通过学习本田数字诊断分析与运用，掌握数据分析运用对排除电控汽车故障的重要性。

项目一　故障码分析与运用



知识链接

故障码分析就是在汽车不解体的情况下运用检测诊断设备读取故障码，然后根据故障码的指引并综合分析各种原因从而做出故障判断的一种方法。

故障码分析的过程是对汽车控制电脑故障自诊断系统所纪录的故障码进行读取、清除和鉴别分类的分析过程。通常故障码分析是诊断汽车电子控制系统故障的第一步。

故障码（DTC）是汽车控制电脑的自诊断系统对检测出的故障点所记录下的相应编码（数字或字母）。

重点掌握

- 故障码的存储及读取
- 故障码运用

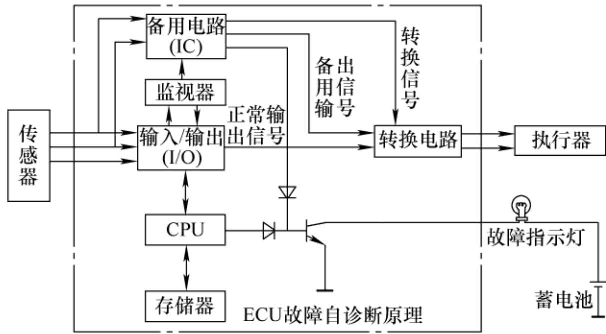
一、故障自诊断原理

故障自诊断原理就是汽车通过传感器时刻监控着汽车的运行状况，正常的输入和输出信号都是在规定范围内变化的。当某一电路出现异常或信号丢失，电控单元（ECU）不能识别或者是检测不到，ECU 就判定该电路故障，并以故障码形式将此故障存储在存储器中，同时故障指示灯（MIL）点亮。

（续）



ECU故障码编码是有一定条件的，有间歇故障、偶发故障和硬故障之分。由于车型不同，对于同一故障设置故障码的条件也有所不同。车辆实际运行过程中ECU偶然检测到一两次不正常信号，诊断系统不会立即判定为故障，只有当故障频繁出现达到编码条件，ECU内的故障诊断系统才会设置该部位故障码、点亮故障指示灯、启动备用输出信号，即“故障运行模式”



ECU故障自诊断原理

学习提示：

仪表板上的故障指示灯不是在所有的电控系统出现故障时都会点亮，也不是所有 ECU 故障都有“故障运行模式”支持。

二、故障码的存储及读取

学习提示：

当自诊断系统监测到故障码时，汽车 ECU 将启动故障运行模式，对控制系统进行必要保护，然后它将该故障以故障码形式储存在随机存储器中，并同时点亮故障指示灯。维修人员可按照一定的操作程序激活故障码并读取，再经过查对相关技术资料，将故障码含义了解清楚，有针对性地进行维修。下面以本田为例说明故障码的存储及读取。

1）起动发动机并检查 MIL。

2）如果 MIL 持续亮起，则将 HDS 连接在位于驾驶人侧仪表板下方的数据传输插头（DLC）上。

3）打开点火开关至 ON（II）。

4）检查并记录故障码（DTC），然后参考故障列表，并实施相应的故障处理程序。

5）本田发动机电控系统的部分故障码列表。

DTC	检测项目	MIL
P0102	空气质量流量计（MAF）传感器电路电压过低	点亮
P0103	空气质量流量计（MAF）传感器电路电压过高	点亮
P0107	进气歧管绝对压力（MAP）传感器电路电压过低	点亮
P0108	进气歧管绝对压力（MAP）传感器电路电压过高	点亮
P0112	进气温度（IAT）传感器电路电压过低	点亮
P0113	进气温度（IAT）传感器电路电压过高	点亮
P0117	发动机冷却液温度（ECT）传感器 1 电路电压过低	点亮
P0118	发动机冷却液温度（ECT）传感器 1 电路电压过高	点亮
P0122	节气门位置（TP）传感器 A 电路电压过低	点亮
P0123	节气门位置（TP）传感器 A 电路电压过高	点亮
P0133	空气燃油混合比（A/F）传感器（传感器 1）响应故障/反应迟缓	点亮
P0134	空燃比（A/F）传感器（S1）加热器系统故障	点亮
P0135	空燃比（A/F）传感器（S1）加热器电路故障	点亮
P0137	辅助热氧传感器［辅助 HO2S（S2）］电路电压过低	点亮
P0138	辅助热氧传感器［辅助 HO2S（S2）］电路电压过高	点亮
P0139	辅助热氧传感器［辅助 HO2S（S2）］响应慢	点亮
P0141	辅助热氧传感器［辅助 HO2S（S2）］加热器电路故障	点亮
P0171	燃油系统过稀	点亮
P0172	燃油系统过浓	点亮
P0222	节气门位置（TP）传感器 B 电路电压过低	点亮
P0223	节气门位置（TP）传感器 B 电路电压过高	点亮

三、故障码的清除方法

1）发动机停止运行时，通过 HDS 清除 DTC。
2）关闭点火开关。
3）打开点火开关至 ON（ Ⅱ ），并等待 30s。
4）关闭点火开关，并断开 DLC 与 HDS 的连接。

四、故障码运用

学习提示：

以本田发动机 P0118 ECT 传感器 1 电路电压过高、P0123 TP 传感器 A 电路电压过高、P0113 IAT 传感器电路电压过高故障码为例。

	故障码信息	诊断分析
P0118	F1 F2 F3 F4 F5 移动光标至“P011 ECT传感器1电路输入过高”位置，然后点击进入“DTC说明”，根据说明进行诊断 DTC监控器工具 LHGGD66295 确认的DTC（永久） P0118 ECT传感器1电路输入过高 P0123 TP传感器（A）电压过高 P0113 IAT（进气温度）传感器电路电压过高	DTC说明 06-2(P0118) ECT传感器1电压过高 可能的故障 • 信号线断路 • 搭铁线断路 • 传感器故障
	故障码信息	诊断分析
P0123	移动光标至“P0123 TP传感器A电电压过高”位置，然后点击进入“DTC说明”，根据说明进行诊断 LHGGD6629 确认的DTC（永久） P0118 ECT传感器1电路输入过高 P0123 TP传感器（A）电压过高 P0113 IAT（进气温度）传感器电路电压过高	DTC说明 07-2(P0123) TP传感器（A）电压过高 可能的故障 • 搭铁线断路 • 传感器故障

（续）

	故障码信息	诊断分析
P0113	移动光标至“P0113 IAT(进气温度)传感器电路电压过高”位置，然后点击进入“DTC说明”，根据说明进行诊断 LHGGD66295 确认的DTC（永久） P0118 ECT传感器1电路输入过高 P0123 TP传感器（A）电压过高 P0113 IAT（进气温度）传感器电路电压过高	DTC说明 10-2(P0113) IAT（进气温度）传感器电路电压过高 可能的故障 • 信号线断路 • 搭铁线断路 • 传感器故障

本项目小结

- 故障自诊断原理就是汽车通过传感器时刻监控着汽车的运行状况，正常的输入和输出信号都是在规定范围内变化。
- 使用故障诊断仪即可获得 DTC 信息。

项目二　数字诊断分析与运用



知识链接

数字诊断是指运用专用的工具、仪器、设备和检测软件，对汽车工作性能参数进行检测，然后依照相关技术标准进行分析判断，从而查明故障成因、确认故障部位的诊断过程。

数字诊断标准一般由初始值、许用值和极限值三部分组成。

1）初始值是汽车工作的最佳值，表明诊断的汽车技术状况运行良好，不存在故障。

2）许用值是指汽车工作的参数值在一定范围内变化，但属正常，不存在故障，按要求维护即可继续运行。超过此值，应及时进行修理。

3）极限值是指汽车工作的参数值超过此值后，汽车技术状况严重恶化，必须进行修理，必要时更换新件。

数据诊断分析的测量结果在显示方式上可分为数值显示和波形显示两种，在测量手段上又可以分为诊断仪测量和电路在线测量以及元件模拟测量三种，它是诊断电子控制系统故障的重要方法之一。

重点掌握

- 诊断仪测量
- 数据分析运用

一、诊断仪测量

诊断仪测量是通过控制系统在诊断插座中的数据通信线将控制电脑的实时数据参数以串行的方式传送给诊断仪形成数据流。

学习提示：在数据流中包括故障码的信息、控制电脑的实时运行参数、控制电脑与诊断仪之间的相互控制指令。诊断仪在接收到这些信号数据后，按照预定的通信协议将其显示为相应的文字和数码，以使维修人员观察系统现在的运行状态并分析这些内容，发现其中不合理或不正确的信息，以便进行故障的诊断。诊断仪包括扫描仪和专用诊断仪两种。

1. 扫描仪	扫描仪的主要功能包括控制电脑版本的识别、故障码读取和清除、动态数据参数显示、传感器和部分执行器的功能测试与调整、某些特殊参数的设定、维修资料和故障诊断提示及路试记录等。
	 **学习提示：** 扫描仪可测试的车型较多，适应范围广，因此被称为通用诊断仪，但它与专用诊断仪相比，无法完成某些特殊功能。例如，车博仕V30是国内开发采用Windows操作系统的手持式解码器，诊断功能覆盖国产、欧、美、日、韩等主流车型，可根据车型需要选择相应诊断软件，连接到故障诊断插头即可按照显示屏提示进行操作诊断。
2. 专用诊断仪	专用诊断仪是汽车生产厂家的专业测试仪，它除了具备扫描仪的各种功能外，还有参数修改、数据设定、防盗密码设定和更改等各种特殊功能。专用诊断仪是各汽车厂家自行或委托设计的专业测试仪器，它只适用于本厂家生产的车型。
	 **学习提示：** 大众专用诊断仪VAG5052功能包括检查控制电脑型号、读取故障码、清除故障码、测试执行元件、基本调整、读测量数据块、单独通道数据、控制单元编码、自适应匹配、登录、设置服务商代码以及具有专家系统等功能。

一点通：

扫描仪和专用诊断仪的动态数据的显示功能不仅可以对控制系统的运行参数进行数据分析，还可以观察电脑的动态控制过程，因此它具有从电脑内部分析控制过程的诊断功能。它是进行数据分析的主要手段。

下面以运用车博仕V30诊断大众车型为例，说明用诊断仪测量的一般操作过程。

1. 读取故障码

用户依次点击［故障诊断］→［欧洲车］→［大众］→［常用系统］→［发动机］进入功能菜单。	点击［02－读取故障码］选项，V30开始读取电脑确认的故障码及故障内容等。

（续）

01-发动机 01-电脑版本信息 02-读取故障码 03-元件测试 04-基本设定 05-清除故障码 06-诊断完毕 07-电脑编程 08-读取数据流组 09-读取通道数据 10-匹配自适应 11-安全登录 15-传送底盘号码 上一页 下一页 打印 返回	02-读取故障码 故障码 描述 状态 01331 驾驶侧车门控制单元-J386 002超出下限 上一页 下一页 打印 帮助 返回
2. 清除故障码	
用户依次点击［故障诊断］→［欧洲车］→［大众］→［常用系统］→［发动机］→［清除故障代码］进入功能菜单。如果所有故障码已被清除，或所测系统无故障码。	
信息 要清除所有故障码吗？ 是 否 [是]：执行读取并清除故障码 [否]：返回功能菜单	信息 故障码已经排除！ 确定 [确定]：返回上一级菜单
3. 元件测试	
用户依次点击［故障诊断］→［欧洲车］→［大众］→［常用系统］→［发动机］→［元件测试］进入功能菜单。	
名称 当前值 怠速调节阀-N71 正在测试... 打印 元件测试 返回 点击[元件测试]选项驱动执行器进行检测 [打印]：打印所显示的内容 [元件测试]：进入下一个元件测试 [返回]：　返回前一界面	

二、电路在线测量

电路在线测量是通过对控制电脑电路的在线检测（主要指电脑的外部连接电路），将控制电脑各输入、输出端的电信号直接传送给电路分析仪的一种测量方式。电路分析仪器有两种，一种是汽车万用表，另一种是汽车示波器。

1. 汽车万用表	汽车万用表是用数字或模拟显示的方式反映电路中电参数动态变化的专业仪器，它能够对电路上的电参数进行间断式数字显示，是分析电路数值变化的基本仪表。同时汽车万用表还可以对电气元件进行单独测试，通过元件的静态参数测量确定其好坏。
	
2. 汽车示波器	汽车示波器是用波形显示的方式表现电路中电参数动态变化过程的专业仪器，它能够对电路上的电参数进行连续式图形显示，可分析复杂电路电信号的波形变化。
	 **学习提示：** 汽车示波器设有测试菜单，使用时根据需要进入相应的菜单测量。电子存储示波器还具有连续记忆和重放功能，便于捕捉间歇性故障。同时也可通过一定的软件与个人电脑连接，将采集的数据进行存储、打印等。

三、元件模拟测量

元件模拟测量是通过信号模拟器替代传感器向控制电脑输传送模拟的传感器信号，并对控制电脑的响应参数进行分析比较的一种测量方式。信号模拟器有两种，一种是单路信号模拟器，另一种是同步信号模拟器。

<table>
<tr><td rowspan="2">1. 单路信号模拟器</td><td>单路信号模拟器是单一通道信号发生器，它只能输出一路信号，模拟一个传感器的动态变化信号。主要模拟信号有可变电压信号 0 ~ 15V，可变交直流频率信号 0 ~ 10kHz，可变电阻信号 0 ~ 200kΩ。</td></tr>
<tr><td>

学习提示：
单路信号模拟器的功用有两个，一个是用对比式手段判断被模拟传感器的好坏，另一个是用可变模拟信号动态分析控制电脑的响应，进而分析控制电脑及系统的工作情况。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2. 同步信号模拟器</td><td>同步信号模拟器是两通道以上的信号发生器，它主要用于产生有相关逻辑关系的信号，如曲轴转角和凸轮轴传感器同步信号，用于模拟发动机运转工况，完成在发动机未转动的情况下对控制电脑进行动态响应数据分析的试验。同步信号模拟器的功用也有两个，即用对比方式判断传感器好坏，以及分析控制电脑的响应数据参数。</td></tr>
<tr><td>

学习提示：
关闭点火开关，将黑色表笔插到仪器的“Output －”插孔，另一端接地（可以使用鳄鱼夹）；将红色表笔插到“Output +”插孔，另一端与传感器的输入信号线连接（可以使用万用测试线）。旋转功能选择按钮，选择信号模拟功能“Output”。改变传感器模拟信号的数值，通过诊断仪的数据流功能，观察传感器的数据并与模拟信号进行对比分析。</td></tr>
</table>

四、数据分析运用

学习提示：

下面以本田专用检测仪 HDS 显示数据为例，说明数据分析的运用。所谓数据流就是汽车电子控制系统在现实运行中，反映传感器、执行器工况的一系列数值所组成的数据块。

全表

信号	数值	单元	最小怠速	最大怠速
发动机转速	1713	RPM	610	900
车速	0	km/h		
ECT传感器1	-40.0	°C	70.0	100.0
IAT传感器（2）	-40.0	°C	25.0	90.0
MAP传感器	25	kPa	20	51
CLV（计算负荷值）	24	%	10	43
BARO（大气压力）传感器	98	kPa	53	113
TP传感器	89.0	°	-2.0	2.0
HO2S	4.11	V		
ST燃油调整	1.00		0.73	1.47
LT燃油调整	1.00		0.75	1.23
FSS（燃油系统状态）	OL DTC		-	-
HO2S（空燃比）S1加热器	关闭		-	-
HO2S S2	4.14	V	0.00	1.40
HO2S S2加热器	关闭		-	-
PNP开关	P-N		-	-
A/T R档开关	关闭		-	-
制动开关	关闭		-	-
蓄电池	14.4	V		
制动开关	关闭		-	-
蓄电池	14.4	V		
换档锁	过低		-	-
ELD	9.66	A	0.00	60.00
交流发电机	28	%		
空调开关	关闭		-	-
空调温度传感器	34.5	°C		
空调离合器	关闭		-	-
SCS	打开		-	-
EGR（废气再循环）升程控制指令	0			
EGR（废气再循环）升程	0			
IAC指令	26	%	0	10
燃油喷油器	2.53	ms	0.70	3.90
点火提前	21.5	°	3.0	39.0
爆震延迟	0.0	°		
爆震传感器	0.35	V		
EVAP（蒸发排放控制系统）净化控制-负荷	0	%		
MIL	打开		-	-
MIL状态	打开		-	-
主继电器（FP）	打开		-	-
风扇控制	关闭		-	-

从数据流中分析发现 IAC 指令太高（26 > 10），导致发动机怠速过高（1700r / min 左右 > 900r / min）；冷却液温度传感器（ECT 为 -40℃）、节气门位置传感器（TP 为 89°）和进气温度传感器（IAT 为 -40℃）明显为故障状态；HO2S 参数超出调整范围。

由于冷却液温度传感器（ECT）、节气门位置传感器（TP）和进气温度传感器（IAT）电路工作存在故障，将错误的信号传送给 ECM/PCM，PCM 确认发动机处于冷车状态，使其一直处在高怠速暖车控制状态，导致导致发动机怠速过高。

一点通：

排除冷却液温度传感器（ECT）、节气门位置传感器（TP）和进气温度传感器（IAT）电路的故障即可恢复发动机怠速正常。

本项目小结

- 故障自诊断原理就是汽车通过传感器时刻监控着汽车的运行状况，正常的输入和输出信号都是在规定范围内变化。
- 使用故障诊断仪即可获得 DTC 信息。

第 28 堂课　应用汽车电脑检测数据信号



学习目标

1. 通过学习温度传感器、进气歧管压力传感器、空气流量传感器、气体浓度传感器等传感器的结构和测量方法，懂得各种传感器数据信号的重要性。

2. 通过学习控制电脑结构与原理，掌握控制电脑的工作特点。

3. 通过学习大众朗逸发动机电脑的数据信号，掌握发动机电脑数据的读取方法和数据信号的含义。

4. 通过学习大众朗逸车身电脑（BCM）的数据信号，掌握车身电脑数据的读取方法和数据信号的含义。

项目一　传感器数据信号



知识链接

传感器的主要功能是把非电量信号转换成电量信号，或者将物理量、电量、化学量的信息转换成电控单元（ECU）能够识别的数字信号。根据汽车传感器的作用，它可以分为测量温度、压力、流量、位置、气体浓度、速度和距离等功能的传感器，它们各司其职，对汽车工作性能进行信息交流。

下面主要对温度传感器、进气歧管压力传感器、空气流量传感器和气体浓度传感器进行讲解。

重点掌握

- 传感器结构与测量方法
- 传感器数据信号运用

一、温度传感器数据信号

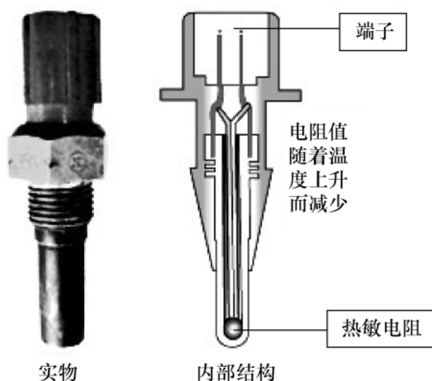
学习提示：

汽车温度传感器是一种热敏电阻式温度传感器，主要包括安装在发动机上的冷却液温度传感器、进气管道上的进气温度传感器、仪表板上的车内温度传感器、前保险杠内的车外温度传感器以及蒸发器上的蒸发器温度传感器等。

热敏电阻式温度传感器根据电阻随温度的变化规律又分为负温度系数（NTC）和正温度系数（PTC）两种。负温度系数的热敏电阻安装在一个铜质导热套筒里面，其电阻值随着温度上升而减少，但不是线性关系；而正温度系数的热敏电阻其电阻值随着温度上升而增加。

1. 冷却液温度传感器

（1）冷却液温度传感器结构



（2）冷却液温度传感器测量方法

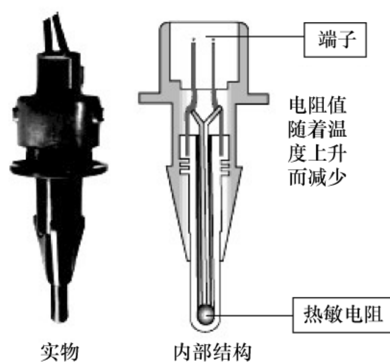


数据信号（举例）

新凯越冷却液温度传感器		北京现代车系冷却液温度传感器	
100℃	约 177Ω	80℃	约 300Ω
80℃	约 332Ω	40℃	约 1100Ω
60℃	约 667Ω	20℃	约 2500Ω
40℃	约 1459Ω	0℃	约 5900Ω
20℃	约 3520Ω	日产车系冷却液温度传感器	
0℃	约 9420Ω	90℃	约 2500Ω
−5℃	约 12300Ω	50℃	约 800Ω
−20℃	约 28680Ω	20℃	约 220Ω

2. 进气温度传感器

（1）进气温度传感器结构



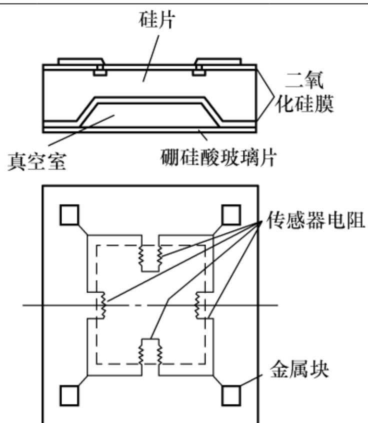
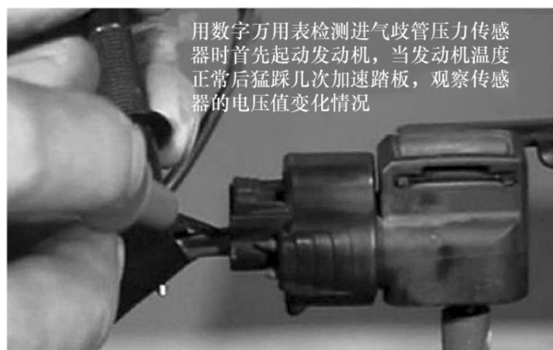
（2）进气温度传感器测量方法



数据信号（例如）

新凯越进气温度传感器		北京现代车系进气温度传感器	
100℃	约 187Ω	80℃	约 700Ω
80℃	约 327Ω	40℃	约 1800Ω
60℃	约 603Ω	20℃	约 2600Ω
40℃	约 1180Ω	0℃	约 3500Ω
20℃	约 2500Ω	日产车系进气温度传感器	
0℃	约 5800Ω	80℃	约 320Ω
−5℃	约 7273Ω	50℃	约 900Ω
−20℃	约 15080Ω	25℃	约 2100Ω

二、进气歧管压力传感器数据信号

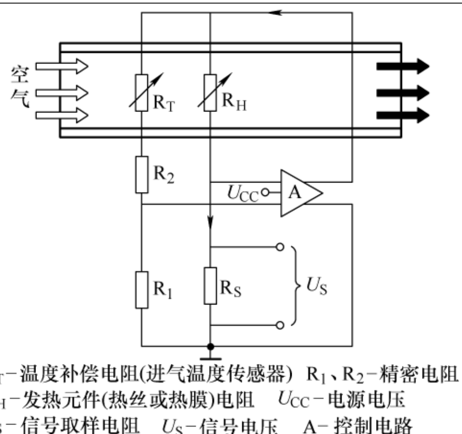
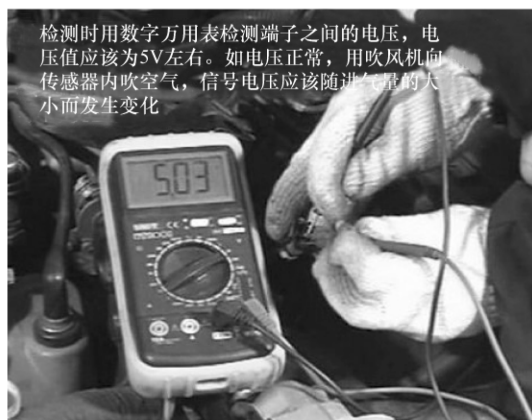
（1）进气歧管压力传感器结构	（2）进气歧管压力传感器测量方法
	

数据信号（例如）

	端子	工作条件	正常状态
新凯越进气歧管压力传感器	端子 A—接地	断开插接器	导通
	端子 C—接地	断开插接器，并且点火开关 ON	5V
	端子 B—接地	连接插接器，发动机怠速运转	1 ~2V
		连接插接器，发动机高速运转	4 ~4. 8V
		向真空管施加 10kPa 真空度与不施加真空度的电压差	1. 5V

	端子	工作条件	正常状态
北京现代车系进气歧管压力传感器	端子 4—接地	断开插接器	导通
	端子 2—接地	断开插接器，并且点火开关 ON	4. 8 ~5. 2V
	端子 1—接地	连接插接器，发动机怠速运转	0. 8 ~2. 4V
		连接插接器，发动机高速运转	2. 4 ~4. 8V
		向真空管施加 10kPa 真空度与不施加真空度的电压差	1. 5V

三、空气流量传感器数据信号

（1）空气流量传感器结构	（2）空气流量传感器测量方法
	

（续）

数据信号（例如）			
北京现代车系空气流量传感器	端子	工作条件	正常状态
	端子 1—接地	断开插接器	导通
	端子 3—接地	断开插接器，并且点火开关 ON	12V
	端子 2—接地	连接插接器，发动机怠速运转	0.5V
		连接插接器，发动机转速为 2000r/min	1.0V

日产车系空气流量传感器	工作条件	正常状态
	点火开关 ON	小于 1.2V
	怠速	1.0～1.7V
	2500r/min	1.5～2.1V
	2500～4000r/min	2.1～4.0V

四、气体浓度传感器数据信号

学习提示：

气体浓度传感器主要用于检测车内气体和废气排放。其中最主要的是氧传感器，目前主要分为是 A/F 传感器（属于氧化锆式传感器，使用温度为 -40～900℃，精度1%）和辅助 HO2S 传感器（属于氧化钛式传感器）两种。

1. A/F 传感器	（1）A/F 传感器结构	（2）A/F 传感器测量方法

数据信号（举例）			
北京现代车系 A/F 传感器	端子	工作条件	正常状态
	端子 3—4	断开插接器	小于 30Ω
	端子 1—2	怠速	0～0.4V
		发动机转速为 2000r/min	0～0.4V
		发动机急加速	0～0.4V
本田雅阁 A/F 传感器	端子	工作条件	正常状态
	端子 3—4	断开插接器	5.0～6.4Ω
	端子 3—4	断开插接器	12V
	端子 1—2	发动机运转	0.1～1.0V

（续）

2. 辅助 HO2S 传感	（1）辅助 HO2S 传感器结构		（2）辅助 HO2S 传感器测量方法	
	氧化锆元件 加热器 白金电极 大气		输出电压/V 0.8 0.6 0.4 0.2 0 浓 稀 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 过量空气系数 λ	
	数据信号（举例）			
		端子	工作条件	正常状态
	本田雅阁辅助 HO2S 传感器	端子 3—4	断开插接器	约 11Ω
		端子 3—4	断开插接器	12V
		端子 1—2	发动机运转	0.1～1.0V

本项目小结

- 介绍温度传感器、进气歧管压力传感器、空气流量传感器和气体浓度传感器等传感器的结构和测量方法。
- 介绍新凯越、北京现代及本田车系温度传感器、进气歧管压力传感器、空气流量传感器和气体浓度传感器数据信号。

项目二　电脑数据信号



知识链接

汽车上的电脑又称行车电脑，即电子控制模块（Electronic Control Unit，ECU）。它是一种按预定程序自动对各种传感器的输入信号进行分析、比较、计算和处理，然后产生新的信号输给执行器，从而控制汽车运行的电子设备。现代轿车上一般配置了多个汽车电脑，大致分为以下几种类型。

1. 发动机电脑

发动机电脑集中处理来自发动机各种传感器输入的数字信号，用于控制发动机在各种运行条件下的燃油喷射、点火正时、怠速和排放等，使发动机处于最佳的工作状态。

2. 车身电脑

车身电脑集中处理来自车身各种传感器输入的数字信号，用于控制中控门锁、电动车

窗、灯光等系统。

3. 仪表电脑

仪表电脑处理来自各种传感器输入的数字信号，用于控制仪表板的显示。

4. 防抱死制动系统电脑

防抱死制动系统电脑处理来自车轮传感器和其他装置输入的数字信号，用于控制汽车制动，防止汽车制动时抱死。

5. 点火控制电脑

点火控制电脑处理来自发动机各种传感器输入的数字信号，用于控制发动机的点火正时，保证点火精确。

6. 悬架系统电脑

悬架系统电脑处理来自车身高度传感器输入的数字信号，用于控制车身高度、悬架弹簧刚度、减振器的阻尼特性等。

重点掌握

- 电脑工作原理
- 发动机数据流含义
- BCM 数据流含义

一、电脑结构与原理

<table>
<tr><td rowspan="2">1. 电脑结构</td><td colspan="2">电脑主要以微处理器（CPU）为核心，加上存储器、I / O（输入/输出）接口电路和外部设备，通过系统总线（地址总线、数据总线和控制总线）连接组成。</td></tr>
<tr><td colspan="2">地址总线
数据总线
控制总线
微处理器CPU
存储器
I/O接口电路
外部设备</td></tr>
<tr><td colspan="3">主要部件功能</td></tr>
<tr><td>（1）微处理器（CPU）</td><td colspan="2">微处理器是运算器和控制器的总称，是电脑的控制中心，它对各种传感器输入的数字信号进行处理、计算和判断，然后输出控制指令，控制执行器的动作。
学习提示：
如在汽车发动机空燃比控制系统中，微处理器接收 A/F 传感器输入的信号，然后进行分析计算，调整喷油持续时间以修正燃油量，使空燃比在微处理器的监控下达到最佳值，从而降低油耗，减少排气污染。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">（2）存储器</td><td colspan="2">存储器是存放数据和程序的部件，它在电脑中起记忆作用。存储器分为随机存储器（Random Access Memory，RAM）和只读存储器（Read Only Memory，ROM）。</td></tr>
<tr><td>1）RAM</td><td>RAM 主要用来存储电脑工作中的可变数据，如用来存储电脑输入、输出数据在计算过程中产生的中间数据，根据需要可随时调出或被新的数据代替，起到暂时存储信息的作用。由于电源切断后存入 RAM 所有的数据均完全消失，所以电脑都通过专用的电源备用电路与蓄电池直接连接，使它不受点火开关控制。
学习提示：
汽车运行过程中存入 RAM 的有些数据，如故障码、空燃比学习修正值等，当断开蓄电池的电源线后会自然丢失。</td></tr>
</table>

（续）

主要部件		
（2）存储器	2）ROM	ROM 内的信息只能读出而不能写入，通常用来存放程序及一些重要数据，也称为程序存储器。 **学习提示：** ROM 可分为可编程 ROM（Programmable ROM，PROM）、可抹除可编程 ROM（Erasable Programmable ROM，EPROM）、电子式可抹除可编程 ROM（Electrically Erasable Programmable ROM，EEPROM）等。
（3）I / O 接口电路	I / O 接口电路也称外部设备，它通过接口电路与微处理器相连，主要有传感器、发光二极管显示器（LED）、液晶显示器（LCD）、A / D 和 D / A 转换器、执行器等。	
（4）总线	1）地址总线	地址总线一般为 16 根单向总线，微处理器通过地址总线输出地址用来选择某一个存储单元或某一个 I / O 接口。
	2）数据总线	数据总线一般为 8 根双向总线，用于微处理器与外部设备之间的数据传输。
	3）控制总线	控制总线主要用于传送微处理器发出的或送至微处理器的控制信息与状态信息。微处理器通过控制总线随时掌握各元件的状况，并根据需要随时向有关元件发出控制指令。
2. 工作原理	1）发动机起动后，电脑进入工作状态。从传感器传来的信号进入输入接口，处理后进入微处理器中。 **学习提示：** 如果是数字信号，直接经过输入接口进入微处理器；如果是模拟信号，还要经过 A / D 转换成数字信号才能进入微处理器。	
	2）将电脑存储在 ROM（或 PROM）中的参考数据引入微处理器，并与来自发动机传感器的每一个信号进行取样得出精确的控制指令（结果），最后经输出接口去控制执行器工作。 **学习提示：** 如喷油器驱动信号用来控制喷油器正时和喷油脉宽。	
	时钟 时钟脉冲 数据输入 输入接口 转换数据 微处理器 CPU 结果 输出接口 数据输出 读取 读取 写入 读取 ROM RAM PROM 时钟脉冲	

二、发动机电脑数据信号

下面以大众朗逸为例，说明发动机电脑的数据信号的含义。读取电脑数据信号的操作如下：

1）连接 VAS5052。

2）从“引导性功能”进入，然后依次选择“Shanghai_ VW”→“Lavida 朗逸”→“2010（A）”→“三厢四门轿车”。

3）选择“01－发动机电子装置”，然后选择测量值。



知识链接

VAS5052 检测仪主要功能包括：

1）控制电脑型号。

2）读取故障码。

3）清除故障码。

4）测试执行元件。

5）基本调整。

6）读测量数据块。

7）单独通道数据。

8）控制单元编码。

9）自适应匹配。

10）登录。

11）设置服务商代码。

12）传送汽车底盘号。

13）具有专家系统。该系统提供了详尽的原厂维修资料信息，如电路图、元件位置图、技术服务公告、拆装图以及各种准确的技术参数等，还可自动根据读入的故障码或输入的故障现象引导维修人员从表到里进行故障分析、故障查询，直到排除故障。

14）通过方便的升级还可以及时跟踪、维修最新车型。

15）具有 OBD－Ⅱ诊断功能。

大众朗逸发动机部分数据流

显示组 1				
功能	发动机转速	发动机冷却液温度	氧传感器调节值	基本设定调整条件
测量值	800r/min	62℃	－3.13%	10111110
规定值	650～900r/min	80～105℃	－10%～10%	10111111
释义	第一位：1 表示无故障记忆；　第二位：0 表示催化转化器温度超过 350℃； 第三位：1 表示空调压缩机已切断；0 表示空调压缩机开启；第四位：怠速开关已关闭； 第五位：1 表示 λ 调节正常；　第六位：1 表示节气门已关闭； 第七位：1 表示发动机转速低于 2000r / min；　第八位：1 表示冷却液温度超过 80℃			
显示组 2				
功能	发动机转速	发动机负荷	平均喷油时间	进气压力
测量值	760r/min	20.3%	3.28ms	32kPa
规定值	650～900r/min	10%～26%	1.5～4.5ms	18.5～35kPa
显示组 3				
功能	发动机转速	进气压力	节气门角度	点火角
测量值	760r/min	32kPa	2.35%	8.25°
规定值	650～900r/min	18.5～35kPa	2%～4%	－5°～15°

（续）

显示组4				
功能	发动机转速	供电电压	冷却液温度	进气温度
测量值	760r/min	14.07V	63℃	37℃
规定值	650～900r/min	12.8～14V	80～105℃	30～70℃
显示组5				
功能	发动机转速	发动机负荷	车速	操作模式
测量值	760r/min	19.55%	0km/h	怠速
规定值	650～900r/min	10%～26%	0km/h	怠速、部分负荷、全负荷、超速
显示组6				
功能	发动机转速	发动机负荷	进气温度	高度修正因素
测量值	760r/min	19.55%	38℃	-3.13%
规定值	650～900r/min	10%～26%	-30～70℃	-50%～0%
显示组10				
功能	发动机转速	发动机负荷	节气门开度	点火提前角
测量值	760r/min	19.55%	2.35%	8.25°
规定值	650～900r/min	10%～26%	2%～4%	-5°～15°
显示组11				
功能	发动机转速	冷却液温度	进气温度	点火提前角
测量值	760r/min	66℃	38℃	6.75°
规定值	650～900r/min	80～105℃	-30～70℃	-5°～15°
显示组14				
功能	发动机转速	发动机负荷	断火总数	识别发动机断火
测量值	760r/min	19.55%	0	锁止
规定值	650～900r/min	10%～26%	0～5	触发、锁止
显示组15				
功能	第一缸断火数	第二缸断火数	第三缸断火数	识别发动机断火
测量值	0	0	0	锁止
规定值	0～2	0～2	0～2	触发、锁止
显示组16				
功能	第四缸断火数	—	—	识别发动机断火
测量值	0	—	—	锁止
规定值	0～2	—	—	触发、锁止
显示组20				
功能	1缸点火角反馈值	2缸点火角反馈值	3缸点火角反馈值	4缸点火角反馈值
测量值	0°	0°	0°	0°
规定值	0°～8°	0°～8°	0°～8°	0°～8°

三、车身电脑数据信号

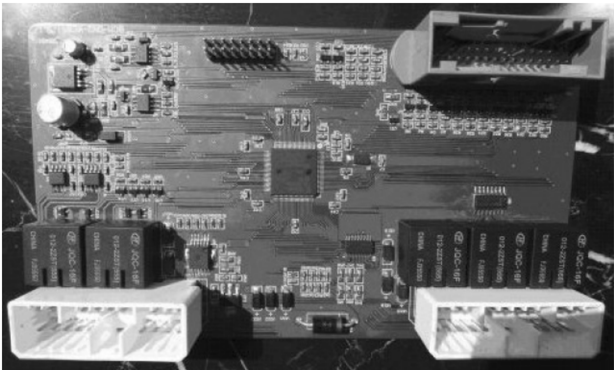
学习提示：

车身电脑（Body Controller Module，BCM）即车身控制模块，它能够实现内外灯光控制、洗涤刮水器控制、中央门锁控制、喇叭及除霜控制等。

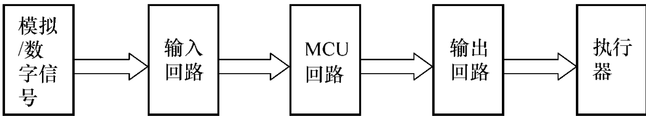


知识链接

BCM 包括电源回路、输入回路、时钟电路、输出回路和 MCU 回路。



BCM 采集传感器端或者开关的信号，首先经过接口电路将模拟 / 数字信号转化成（BCM）可以识别的数字信号。控制器（MCU）则通过内部计算逻辑将处理结果送往输出回路，通过输出回路转化成电信号进而驱动执行器工作。



下面以大众朗逸为例，说明 BCM 数据信号的含义。读取电脑数据信号的操作如下：

1）连接 VAS5052。

2）从“引导性功能”进入，然后依次选择“Shanghai_ VW”→“Lavida 朗逸”→“2010（A）”→“三厢四门轿车”。

3）选择“车身控制单元（BCM）”，然后选择测量值。

	显示数据块		显示数据块	
	测量值	结果	测量值	结果
刮水、喷水泵数据块	S端子状态	接通	警告灯开关	未操作
	50号端子状态	端子50切断	雨刮水泵	未操作
	X端子状态	接通	喇叭按钮	未操作
	15号端子状态	端子15接通	大灯清洗端子	关闭
	车载电源网络供电电压（参考电压）	13.8 V	后风窗加热开关	未操作
	车载电源网络供电电压（30号端子电压）	13.7 V	前风窗加热开关	未安装
	负载管理状态	未启动	外后视镜加热开关	关闭
	车速	0 km/h	前风窗雨刮开关	已操作
	前雨刮（点动档）状态	接通	后风窗加热控制状态	未启动
	前雨刮慢挡（1级）状态	关闭	前风窗加热控制状态	未启动
	前雨刮快挡（2级）状态	关闭	外后视镜加热控制状态	未启动
	前雨刮（间隙档）状态	4级	喇叭信号控制状态	未启动

（续）

刮水、喷水泵数据块

显示数据块

测量值	结果
15号端子状态	端子15切断
前雨刮快挡（2级）状态	关闭
左转向灯控制状态	未启动
右转向灯控制状态	未启动
制动灯控制状态	未启动
倒车灯控制状态	未启动
左近光灯状态	未安装
右近光灯状态	未安装
左停车灯/尾灯状态	未启动
右停车灯/尾灯状态	未启动
前雨刮（级别1）控制状态	未启动
前雨刮（级别2）控制状态	未启动

可加热后窗、后视镜控制数据块

显示数据块

测量值	结果
警告灯开关	未操作
雨刮水泵	未操作
喇叭按钮	未操作
大灯清洗端子	关闭
后风窗加热开关	未操作
前风窗加热开关	未安装
外后视镜加热开关	关闭
前风窗雨刮开关	已操作
后风窗加热控制状态	未启动
前风窗加热控制状态	未启动
外后视镜加热控制状态	未启动
喇叭信号控制状态	未启动

门控系统数据块

显示数据块

测量值	结果
车速巡航主开关状态	未安装
车速巡航暂停取消开关	未操作
车速巡航设置/延迟状态	未操作
车速巡航接受/加速状态	未操作
驾驶员侧车门落锁开关	车门开启
副驾驶员侧车门落锁开关	车门关闭
左后侧车门落锁开关	车门关闭
右后侧车门落锁开关	车门关闭
发动机盖开启接触开关	关闭
后盖预锁状态	关闭
后盖主锁状态	关闭
集控锁止/解锁开关	未操作

显示数据块

测量值	结果
驾驶员侧车门集控反馈信号	解锁
副驾驶员侧车门集控反馈信号	解锁
左后侧车门集控反馈信号	解锁
右后侧车门集控反馈信号	解锁
驾驶员侧车门锁芯开关状态	未操作
副驾驶员侧车门/后盖锁芯开关状态	未操作
后盖解锁状态（内部）	未操作
后盖解锁状态（外部）	未安装
车窗/天窗确认信号	关闭
天窗舒适关闭状态	关闭
集控热保护状态	否
车间位置状态	

显示数据块

测量值	结果
集控触发车门状态（四车门）	未启动
集控触发车门安全锁止状态（四车门）	未启动
驾驶员侧集控触发状态	未启动
集控触发状态（左前/左后/右后）	未启动
后盖集控触发状态	未启动
油箱盖集控触发状态	
集控安全灯集控触发状态	未启动
集控触发锁止/解锁灯状态	未启动
驾驶员侧车窗升降控制面板开关状态（驾	未操作
驾驶员侧车窗升降控制面板开关状态（副	未安装
驾驶员侧车窗升降控制面板开关状态（左	未操作
驾驶员侧车窗升降控制面板开关状态（右	未安装

本项目小结

- 电脑由微处理器、存储器、I / O 接口电路和外部设备、地址总线、数据总线和控制总线组成。
- 电脑的工作过程就是微处理器对传感器信号处理的过程。
- 大众朗逸发动机电脑数据信号的含义。
- 大众朗逸车身电脑（BCM）数据信号的含义。

参 考 文 献

[1] 焦建刚 . 丰田汽车维修案例与点评 [M]. 北京：机械工业出版社，2012.
[2] 刘越琪 . 发动机电控技术 [M]. 北京：机械工业出版社，2002.
[3] 曹守军 . 上海大众车系维修案例精选 [M]. 北京：机械工业出版社，2012.
[4] 皮治国 . 丰田凯美瑞轿车维修一本通 [M]. 南京：江苏科学技术出版社，2010.
[5] 张春华，佟荣长 . 广州本田飞度轿车维修手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2005.
[6] 孙余凯，等 . 新型汽车电子系统原理与故障维修 [M]. 北京：电子工业出版社，2012.
[7] 胡光辉 . 汽车电气设备构造与检修 [M]. 北京：机械工业出版社，2010.
[8] 邢磊 . 新编宝马车系电路图集大全 [M]. 北京：机械工业出版社，2013.
[9] 李东江，等 . 汽车电控系统故障检修 [M]. 北京：机械工业出版社，2001.
[10] 朱建风 . 汽车自动空调系统检测与维修 [M]. 北京：人民交通出版社，2003.

汽车维修人员在掌握了基本维修技能后要进一步提高水平必须学会一些关键的维修要点，本书精选了汽车维修中的难点、要点、必会技能，采用28堂课的形式，以大量的图片深入浅出地进行介绍，侧重诊断仪器使用和数据分析方法，突出“新技术”和“实际应用能力”的特点，具有“一点即通”的效果。全书内容包括发动机技术、变速器技术、底盘新技术、安全辅助系统、电控舒适系统、车身智能控制系统、汽车数字诊断等。

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

编辑邮箱：abeditor@126.com

上架指导 交通运输／汽车维修

ISBN 978-7-111-47136-3

策划编辑◎杜凡如 ／封面设计◎马精明



定价：45.00元